

Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion hyödyntäminen peruskoulun  
käsityöprosessin tukena

Petteri Syrjänen  
Jarno Majamaa  
Pro gradu -tutkielma  
Turun yliopisto  
Opettajankoulutuslaitos  
Käsityökasvatus  
Marraskuu 2018

*Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin  
OriginalityCheck -järjestelmällä.*

TURUN YLIOPISTO

Kasvatustieteiden tiedekunta

Opettajankoulutuslaitos, Rauman kampus

SYRJÄNEN, PETTERI & MAJAMAA, JARNO

Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion hyödyntäminen peruskoulun käsityöprosessin tukena

Pro gradu -tutkielma, 104 s., 41 liitesivua

Käsityökasvatus

Marraskuu 2018

---

Tässä tutkielmassa tutkimustehtävänä on tuottaa ja testata frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion laatutavoiteteoreema ja testata sen soveltavuus käsityön aineenopettajaopiskelijoiden ja peruskoulun tarpeisiin. Oppimisaihio pitää sisällään maalikorin valmistusta edesauttavan valmistuslaitteiston sekä ohjemateriaalin, jolla maalikorin valmistusprosessia ja valmistuslaitteiston käyttöä pyritään ohjaamaan. Suunnittelua ohjaavan teorian ja valmistetun tuotteen avulla pyritään vastaamaan tutkielman päätutkimuskysymykseen: miten frisbeegolf –maalikorin oppimisaihio soveltuu käytettäväksi peruskoulun käsitöissä?

Tutkielman aineiston muodostavat kolmen käsityön aineenopettajaopiskelijan sekä kahden käsityönopettajan haastattelut. Tarkastelu kohdistui aineenopettajaopiskelijoiden tuottamisprosesseihin, jossa he valmistivat standardien mukaiset frisbeegolf -maalikorit laatimamme oppimisaihion avulla. Lisäksi käsityönopettajia haastateltiin, jotta saataisiin kuva siitä, miten oppimisaihio toimisi yläkoulun käsityön opetuksessa. Tutkielma on toteutettu kvalitatiivisena tutkimuksena, jota lähestytään tutkivan tuottamisen mallin kautta. Aineistonkeruu tapahtui haastattelemalla sekä observoimalla kohdejoukkoa. Tutkimusaineiston analyysi tapahtui teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin.

Tutkielman tulosten perusteella voidaan esittää, että frisbeegolf -maalikorin oppimisaihio soveltuu yläkoulun oppilaan käytettäväksi maalikorin tuottamistoiminnassa. Oppimisaihio tuottaa maalikorin valmistusprosessiin ajallista ja laadullista hyötyä, madaltaa oppilaalta edellytettäviä taitotasovaatimuksia ja parantaa valmistusprosessin toistettavuutta. Oppimisaihio auttaa oppilasta suoriutumaan maalikorin valmistusprosessista itseohjautuvammin, mikä vapauttaa opettajan resursseja muiden oppilaiden käyttöön.

Jatkotutkimuksessa olisi mielekästä selvittää oppilaiden sekä opettajien käyttökokemuksia oppimisaihiolla toteutettavasta frisbeegolf –maalikorista yläkoulun käsitöissä. Tutkimusongelmana voisi pohtia, millä tavalla frisbeegolf -maalikorin oppimisaihio tuo lisäarvoa oppimisen ja opetuksen tavoitteiden kannalta.

Avainsanat: Frisbeegolf, itseohjautuvuus, oppimateriaali, oppimisaihio

## SISÄLLYS

|   |     |
|---|-----|
| 1 Johdanto .....  | 1   |
| 2 Frisbeegolf -maalikorin määritelmät ja vaatimukset .....                            | 5   |
| 3 Osa 1. - valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreeman määrittely ja testaaminen ..... | 13  |
| 3.1 Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin didaktiset lähtökohdat .....           | 13  |
| 3.2 Valmistuslaitteiston laatutavoitekriteerien määrittely .....                      | 19  |
| 3.3 Valmistuslaitteiston suunnittelun teoretisointi.....                              | 21  |
| 3.4 Valmistuslaitteiston valmistaminen .....  | 26  |
| 3.5 Tutkimuskysymykset – osa 1.....   | 31  |
| 3.6 Valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreeman testauksen määrittely .....            | 32  |
| 3.7 Tulokset valmistuslaitteiston testauksesta .....                                  | 35  |
| 4 Osa 2. - ohjemateriaalin laatutavoiteteoreeman määrittely ja testaaminen .....      | 42  |
| 4.1 Ohjemateriaalin eksistenssiehtojen määrittely.....                                | 42  |
| 4.2 Ohjemateriaalin laatutavoitekriteerien määrittely .....                           | 44  |
| 4.3 Ohjemateriaalin suunnittelun teoretisointi.....                                   | 55  |
| 4.4 Ohjemateriaalin testaus valmistamalla .....                                       | 60  |
| 4.5 Tutkimuskysymykset – osa 2.....   | 66  |
| 4.6 Oppimisaihion laatutavoiteteoreeman testauksen määrittely .....                   | 67  |
| 4.7 Tulokset ohjemateriaalin testauksesta .....                                       | 70  |
| 4.8 Tulokset oppimisaihion toimivuudesta peruskoulun käsitöissä.....                  | 78  |
| 5 Päättökysymykseen vastaaminen .....   | 81  |
| 6 Tutkielman luotettavuuden arviointi.....  | 89  |
| 7 Jatkotutkimusehdotukset .....   | 92  |
| Lähteet.....  | 93  |
| Liitteet .....  | 105 |

## **Kuvat**

|   |    |
|---|----|
| Kuva 1. Esimerkkejä maalikorin ketjuja kannattelevista säteittäisistä rakenteista. .... | 8  |
| Kuva 2. Esimerkkejä frisbeegolf -maalikorin kori-osan säteittäisistä rakenteista. ....  | 9  |
| Kuva 3. Frisbeegolf -maalikorin ohjemateriaali – sähköinen versio. ....                 | 64 |

## **Kuviot**

|   |    |
|---|----|
| Kuvio 1. Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion toteuttaminen. ....                            | 3  |
| Kuvio 2. PDGAn määrittelemät Championship -maalikorin tekniset standardit (PDGA 2017). ....   | 7  |
| Kuvio 3. Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessi. ....                                      | 18 |
| Kuvio 4. Valmistuslaitteiston yhteys frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessiin. ....        | 25 |
| Kuvio 5. Ohjemateriaalin yhteys frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessiin. ....             | 60 |
| Kuvio 6. Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihio ja sen soveltuvuus peruskoulun käsityöhön. .... | 86 |

## **Taulukot**

|  |    |
|--|----|
| Taulukko 1. PDGAn määrittelemät Championship -maalikorin tekniset standardit. .... | 6  |
| Taulukko 2. Maalikorin valmistuslaitteiston laatutavoitekriteerit. ....            | 20 |
| Taulukko 3. Maalikorin ohjemateriaalin laatutavoitekriteerit. ....                 | 54 |

## 1 JOHDANTO

Koulukäsityöllä on Suomessa pitkä historia. Koulukäsityön voidaan kuitenkin jokseenkin sanoa elävän murrosvaihetta, mikä ilmenee julkisessa keskustelussa käydyissä kannanotoissa. Kritiikin kohteena on se, mitä käsityössä tulisi opettaa sekä minkälainen opetus palvelee parhaiten oppilaan kasvua ja kehitystä. Käsityön opetuksen keskeisenä tavoitteena on kuitenkin kehittää oppilaan käsityötaitoa (Lepistö & Rönkkö 2009, 45). Opetuksessa painotetaan oppilaiden erilaisia kiinnostuksen kohteita sekä yhteisöllistä toimintaa ja lisäksi käsityöopetuksen tulisi vahvistaa oppilaiden omasta elämysmaailmasta nousevaa innovointia ja ongelmanratkaisua.

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan (Opetushallitus 2016, 430) käsityön kasvatustehtävänä on tukea oppilaiden hyvinvointia. Koulukäsityön tärkeänä tehtävä on herättää oppilaan mielenkiinto käsityötä kohtaan hänen omista kiinnostuksen kohteistaan. Oppilaalle on annettava mahdollisuuksia toteuttaa itseään siten, että oppilaalle muodostuu käsitys oman työn hallinnasta ja kokonaisen käsityön tuottamisesta.

Lähtökohtaisesti lapset ja nuoret ovat motivoituneita ja kiinnostuneita uuden oppimisesta myös käsitöiden osalta. Valitettavan usein kiinnostuksen ja motivaation säilymiseen vaikuttavat kuitenkin opetustyössä käytössä olevat resurssit tai suoranaisemmin niiden puute. Resurssipula ilmenee usein rahan ja ajan puutteena sekä luokkakokojen kasvaessa kyvyttömyytenä tarjota riittävää ohjausta ja tukea oppilaalle. Myös oppilaan oma osaamistaso määrittää reunaehdot luovien ideoiden sekä itsensä toteuttamiselle. Opetuksen kärsiessä niukoista resursseista, käsityön opetuksen tulisi löytää keinoja, joilla voidaan mahdollistaa oppilaan oppimisprosessin toteutuminen itseohjautuvammin ja samalla kyetään tukemaan oppilaan itsensä toteuttamisen tarvetta.

Koulukäsitöissä on keskeistä pyrkiä välittämään oppilaalle onnistumisen tunteita. Oppija kokee onnistuessaan iloa ja tyytyväisyyttä siitä, että toiveiden mukainen tuote valmistui tai että oppija oppi esimerkiksi tietyn tekniikan (Pöllänen & Kröger, 2005, 164). Kun oppimisprosessissa asetetaan oppijalle sopivan vaativia ja mielekkäitä haasteita, saa se oppijan ponnistelemaan sekä oppimaan uutta (Koli & Silander 2002, 17–18).

Monimutkaisten aiheiden ymmärtämisen kannalta ensimmäinen tärkeä askel on kriittinen tarkastelu siitä, kuinka paljon ja millaista tietämystä tarvitaan monimutkaisten aiheiden ymmärtämiseen. Tämä edellyttää yhdenmukaisen kohdemallin määrittämistä ja tehokasta oppimispolkua, joka tarjoaa realistiset mahdollisuudet todelliseen ymmärrykseen. (Clement, 2008, 4.)

Koska oppijat ovat hyvin erilaisia, on opetuksessa perusteltua hyödyntää erilaisia oppimisen malleja. Siinä missä toiset oppijat ideoivat ja suunnittelevat mielellään omia projektejaan, voi toisenlaiselle oppijalle olla hedelmällisempää, että tuotteen valmistamiseen löytyy selkeä kaava ja malli – etenkin tuottamiskohteen ollessa laaja kokonaisuus. Mallityöt ovat olleet historian saatossa keskeinen osa käsityön opetusta, eikä niiden tarpeellisuutta voida tulevaisuudessakaan kiistää. Siinä missä mallit ovat aiemmin olleet fyysisiä, hakevat oppilaat nykyisin ideoilleen pohjaa valmiista tuotteista internetistä.

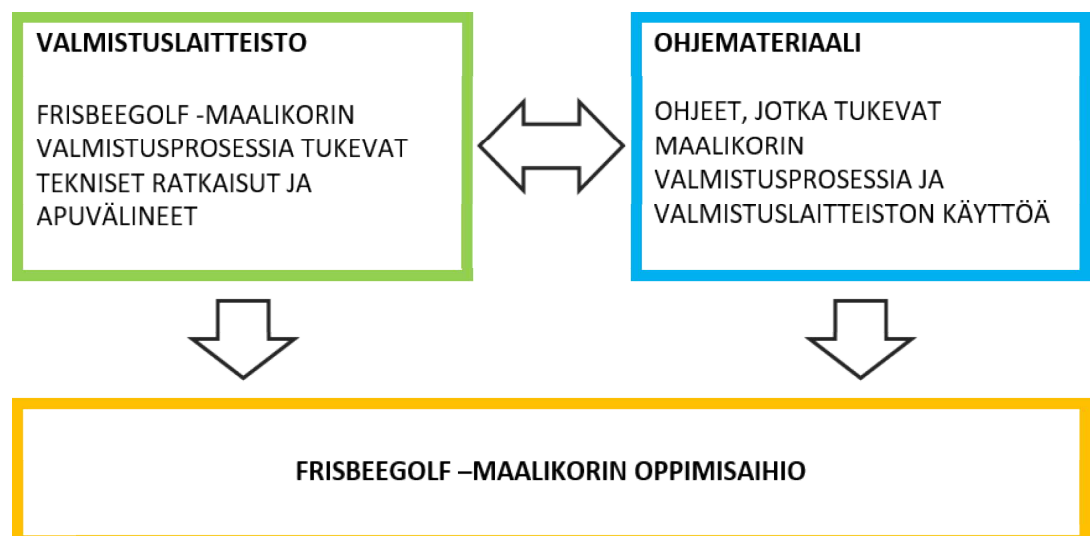
Pro gradu -tutkielmassa tavoitteenamme on selvittää, miten teknisten ratkaisujen, apuvälineiden sekä ohjaavien menetelmien avulla voidaan edesauttaa ja yksinkertaistaa haastavan käsityötuotteen valmistusta. Yhtäältä voidaan myös pohtia kuinka mahdollistaa oppilaiden kannalta mielenkiintoisten, mutta taitotasoon nähden haastavien käsityöprojektien toteutus peruskoulun käsityöopetuksessa. Tarkastelussa voidaan samalla arvioida, mikä vaikutus apuvälineistöllä sekä ohjaavilla menetelmillä on opetus/oppimisprosessiin ajankäytöllisesti ja miten välineistö vaikuttaa oppilaan kokemuksiin saatavilla olevasta ohjauksesta ja tuesta käsityöprosessin aikana. Tutkittavaksi ilmiöksi olemme valinneet frisbeegolfin. Frisbeegolf on Suomessa räjähdysmäisesti kasvanut uusi urheilumuoto, jonka harrastajia Suomessa on arviolta 75000–100000 ja harrastajia löytyy niin sanotusti vauvasta vaariin.

Koska frisbeegolf on valtavan suosittua myös nuorison keskuudessa, on frisbeegolf -maalikorin valmistaminen käsityön oppilastyönä hyvä esimerkki nuorison kiinnostuksen kohteista nousevasta ilmiöstä. Frisbeegolfin pelaaminen ja maalikorin rakentaminen pari-/ryhmätyönä voidaan lukea yhteisölliseksi toiminnaksi ja lisäksi työn avulla voidaan vahvistaa oppilaiden omasta elämysmaailmasta nousevaa innovointia ja

ongelmanratkaisua. Käsityönä tuotettava frisbeegolf -maalikori on hyvä esimerkki käsityötuotteesta, jonka ympärille on mahdollista rakentaa laaja-alaista, oppiainerajat ylittävää opetusta.

Valittuun ilmiöön sidottua tutkimustavoitetta pyritään lähestymään tuottamalla frisbeegolf -maalikorin valmistamista edesauttava ja helpottava oppimisaihio. Oppimisaihio koostuu kahdesta komponentista (Kuvio 1.):

- Frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteistosta, joka pitää sisällään frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia edesauttavat tekniset ratkaisut ja konkreettiset apuvälineet
- Ohjemateriaalista, jolla tuetaan oppilaan frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia, sekä valmistuslaitteiston käyttöä



**Kuvio 1. Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion toteuttaminen.**

Oppimisaihio tuotetaan tutkivan tuottamisen teorian ohjaamana. Tutkiva tuottaminen on uuden tuottamista ohjaavan tiedon rakentamista ja todistamista tuottamalla ja tuottamistulosta käyttökohteessa arvioimalla (Metsärinne & Kallio 2011, 21). Tutkielma on luonteeltaan kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus, jossa käytetään deduktiivista lähestymistapaa tutkimusilmiön ymmärtämiseksi. Deduktiivinen lähestymistapa on



todistamista, johon kuuluu tuotteeseen johtava tuottamiskokonaisuus, tuotteen eli todisteen arviointi sekä määrittelyteorian testaus empiirisellä arviointitiedolla (Metsärinne & Kallio 2011, 23).

Laadullisessa tutkimuksessa teoriapitoisuutta voidaan pitää tutkimuksen lähtökohtana (Tuomi & Sarajärvi 2013, 22). Laadulliselle tutkimukselle on ominaista myös harkinnanvaraisuus tai teoreettisuus otannan määrittelyssä sekä hypoteesittomuus (Eskola & Suoranta 2005, 15). Laadullinen tutkimus ei myöskään ole sidottu yksiselitteisesti rajattuun aineistoon, vaan tutkija voi tehdä tutkimuksen aikana myös omia havaintoja tutkittavasta ilmiöstä (Mäkelä 1990, 46). Nämä periaatteet ovat näkyvillä myös tässä tutkimuksessa. Tutkimuksesta on nostettavissa esille myös piirteitä, jotka ovat tyypillisiä laadulliselle tutkimukselle.

Tutkielma on toteutettu kahdessa eri osassa. Ensimmäisessä osassa maalikorin valmistuslaitteistolle luodaan laatutavoiteteoreema, jonka ohjaamana valmistuslaitteisto toteutetaan. Tämän jälkeen valmistuslaitteisto testataan todellisessa käyttötilanteessa eli frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessissa. Toisessa osassa keskitytään ohjemateriaaliin, joilla voidaan tukea frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia sekä valmistuslaitteiston käyttöä. Ohjemateriaalin laatutavoiteteoreeman muodostamisen kautta edetään ohjemateriaalin valmistamiseen ja sen testaukseen. Lisäksi tutkielman toisessa osassa pyritään selvittämään, miten frisbeegolf -maalikorin oppimisaihio toimii yläkoulun käsityönopeutuksessa.

Tutkielman ensimmäisen ja toisen osan testausten ja saatujen tulosten jälkeen pyritään vastaamaan tutkielman päätutkimuskysymykseen:

*”Miten frisbeegolf –maalikorin oppimisaihio soveltuu käytettäväksi peruskoulun käsitöissä?”*

## **2 FRISBEEGOLF -MAALIKORIN MÄÄRITELMÄT JA VAATIMUKSET**

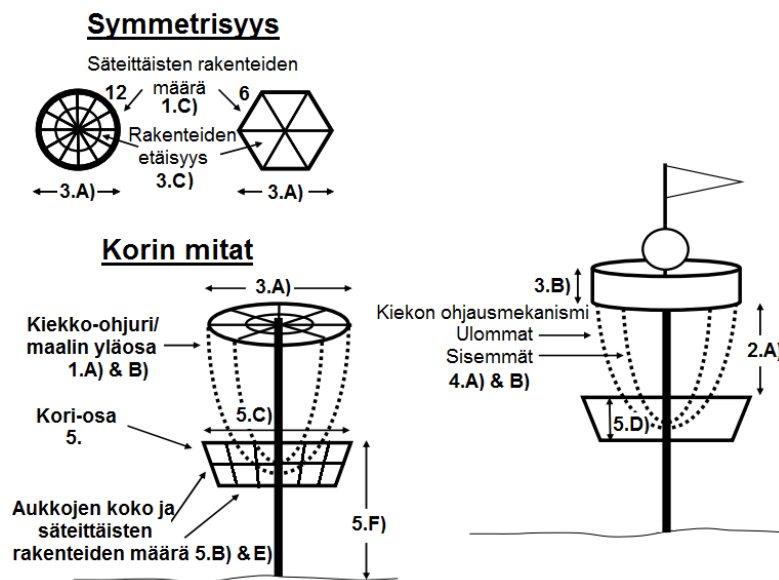
Frisbeegolfissa kuten muissakin urheilulajeissa on olemassa omat lajikohtaiset kriteerinsä, jotka kattavat sekä pelin/lajin säännöt sekä pelissä käytettävien varusteiden ja välineiden ominaisuudet rajoitteineen. Myös frisbeegolfissa on tarkkaan määritelty maalikorilta edellytettävät ominaisuudet sekä mittasuhteet. Tuottamiskohteen laatutavoitekriteerit ovat näin ollen johdettavissa edellä mainituista lajikohtaisista kriteereistä.

Frisbeegolfin kattojärjestö PDGA (Professional Disc Golf Association) on antanut määritelmänsä yleisesti lajin piirissä hyväksytyistä frisbeegolf -maalikoreista. PDGA (2017) on asettanut erilaiset kriteerit frisbeegolf -maalikoreille riippuen niiden käyttökohteesta. Maalikorikohtaiset kriteerit voidaan jaotella Championship, Standard ja Basic -luokkiin. Frisbeegolf -maalikorin määritelmiä pohdittaessa oleellista ei niinkään ole se, soveltuuko kori käytettäväksi kilpailukäytössä, vaan se, minkälaisilla maalikoreilla lajia tyypillisesti harrastetaan. Tyypillisin frisbeegolf -maalikorityyppi Suomessa kattaa Championship -maalikorille asetetut kriteerit. Championship -maalikorin kriteerit on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 1.) sekä maalikorin rakennetta havainnollistavassa kuviossa (Kuvio 2.).

**Taulukko 1. PDGAn määrittelemät Championship -maalikorin tekniset standardit.**

| MÄÄRITELMÄ |                                       | VAATIMUKSET                 |
|------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| <b>1.</b>  | <b>KIEKKO-OHJURI/MAALIN YLÄOSA</b>    |                             |
|            | A) PAKOLLINEN?                        | KYLLÄ                       |
|            | B) 360° PELATTAVUUS                   | KYLLÄ                       |
|            | C) SÄTEITTÄISTEN RAKENTEIDEN MÄÄRÄ    | Min. 12                     |
| <b>2.</b>  | <b>MAALI-/OSUMA-ALUE</b>              |                             |
|            | A) KORKEUS                            | 51 ± 3 cm                   |
| <b>3.</b>  | <b>KORIN YLÄOSA</b>                   |                             |
|            | A) KORIN YLÄOSAN HALKAISIJA           | 57 ± 4 cm                   |
|            | B) KORIN YLÄOSAN KORKEUS              | Max. 15 cm                  |
|            | C) SÄTEITTÄISTEN RAKENTEIDEN ETÄISYYS | Max. 20                     |
| <b>4.</b>  | <b>KIEKON OHJAUS MEKANISMI</b>        |                             |
|            | A) KETJUJEN MÄÄRÄ                     | Min. 12 ulompaa, 6 sisempää |
|            | B) KETJUJEN MATERIAALI                | METALLI                     |
| <b>5.</b>  | <b>KORI-OSA</b>                       |                             |
|            | A) PAKOLLINEN                         | KYLLÄ                       |
|            | B) SÄTEITTEISTEN RAKENTEIDEN MÄÄRÄ    | Min. 12                     |
|            | C) YLÄOSAN HALKAISIJA                 | 66 ± 4 cm                   |
|            | D) SYVYYS                             | Min. 18 cm                  |
|            | E) AUKKOJEN KOKO                      | Max. 18 cm                  |
|            | F) KORKEUS MAASTA                     | 82 ± 6 cm                   |
| <b>6.</b>  | <b>MAALIKORIN MATERIAALI</b>          | EI VAATIMUKSIA              |

Huolimatta korityypillisistä vaatimuksista frisbeegolf -maalikorin kriteerit ovat melko löyhät. Liikkumavara korin mittasuhteissa ja ominaisuuksissa antaa vapauksia korin suunnittelun ja toteutuksen kannalta myös pedagogisessa mielessä. Standardien mukaisesta frisbeegolf -maalikorista voidaan sen valmistuksellisesta näkökulmasta erottaa kaksi selkeästi erillistä osaa. Kiekon ohjausmekanismeja kannatteleva maalin yläosa sekä kiekot keräävä kori-osa (Kuvio 2.).



Kuvio 2. PDGAn määrittelemät Championship -maalikorin tekniset standardit (PDGA 2017).

Frisbeegolf -maalikorin yläosa koostuu mahdollisesta ohjauslevystä sekä kiekon ohjausmekanismeja eli ketjuja kannattelevista säteittäisistä rakenteista (Kuva 1). Championship -maalikoreissa ketjujen määrälle on asetettu standardit, joiden mukaisesti korissa tulee olla vähintään 12 ulompaa ja 6 sisempää ketjua. Usein ketjuja on kuitenkin enemmän. Suomen frisbeegolf -radoilla laajasti käytössä olevassa mallissa on 14 ulompaa ja 14 sisempää ketjua. Ketjujen suuremmalla määrällä pyritään estämään heitettävän kiekon läpimeno korista.

Kiekon ohjausmekanismeja eli ketjuja kannattelevien säteittäisten rakenteiden määräksi on kriteereissä ilmoitettu 12. Säteittäisten rakenteiden määrään vaikuttaa yleensä ketjujen lukumäärä. Jos ketjuja on 14, on myös säteittäisiä rakenteita 14. Rakenteiden muodolle ei kuitenkaan lajin standardeissa ole määritelty erikseen tarkkoja kriteereitä. Muutoon

kuitenkin osakseen vaikuttavat kriteerit, joiden mukaan korin yläosan halkaisijan tulee olla  $57 \text{ cm} \pm 4 \text{ cm}$ , korin yläosan korkeuden tulee olla maksimissaan 15 cm ja säteittäisten rakenteiden muodostamien aukkojen etäisyys toisistaan maksimissaan 20 cm. Rakenteiden muodoissa ja materiaaleissa keskeistä on, se että ne kykenevät kannattelemaan raskaita ketjuja sekä mahdollista ohjauslevyä. Standardien mukaisessa frisbeegolf -maalikorissa säteittäiset ketjuja kannattelevat rakenteet on valmistettu tyypillisesti 8 mm paksusta pyöreästä rakenneterästangosta, joskin materiaalivahvuudet eroavat toisistaan erimerkkisten maalikorien valmistajien välillä. Niin ikään eri valmistajat käyttävät maalikoreissaan erimuotoisia ketjuja kannattelevia rakenteita. Kuvassa 1. on havainnollistettu kaksi tyypillistä eri valmistajien ratkaisua säteittäisistä rakenteista.



**Kuva 1. Esimerkkejä maalikorin ketjuja kannattelevista säteittäisistä rakenteista.**

Frisbeegolf -maalikorin standardeissa edellytetään, että maalikorissa on kori-osa ja että sen halkaisija on  $66 \pm 4 \text{ cm}$ , korin syvyys on vähintään 18 cm, aukkojen halkaisija maksimissaan 18 cm ja korin korkeus maasta  $82 \pm 6 \text{ cm}$ . Kori-osa voisi standardien perusteella olla myös umpinainen, mikä kuitenkin tarkoittaisi merkittävää materiaalimenekkiä sekä johtaisi haastaviin valmistustekniikoihin. Umpinainen kori-osa

olisi todennäköisesti tehty levystä. Ohut pelti olisi altis kiekkojen aiheuttamille lommoille ja painaumille, kun taas paksu levy toisi kori-osaan tarpeetonta lisäpainoa.

Tyypillisesti frisbeegolf -maalikorin kori-osa koostuu kehärakenteista sekä niitä kannattelevista säteittäisistä rakenteista (Kuva 2). Maalikorin kori-osan säteittäisten rakenteiden muotoa ja materiaalia ei ole määritelty lajin standardeissa. Kori-osan säteittäisten rakenteiden määräksi on määritelty minimissään 12. Rakenteiden lukumäärää perustuu siihen, että kori-osan aukkojen koko ei vaatimusten mukaisesti saa olla enempää kuin 18 cm. Kori-osan säteittäisten rakenteiden lukumäärä on standardien mukaisissa maalikoreissa kuitenkin tyypillisesti 14. Kori-osan säteittäisten rakenteiden funktiona on korin aukkojen koon rajoittamisen lisäksi kannatella kori-osan kehärakenteita, jolloin säteittäiset rakenteet muodostavat kori-osan kannattelevan rungon. Säteittäiset rakenteet on tyypillisesti tehty 8 tai 10 mm paksusta pyöreästä rakenneterästangosta, jolloin ne mahdollistavat riittävän tuen kori-osan rakenteelle. Pääasialliset valintaperusteet rakenneteräksen käytölle teollisuudessa on sen lujuus ja hyvä hitsattavuus (Autio, Kemppainen & Rantala 2012, 250).



**Kuva 2. Esimerkkejä Frisbeegolf -maalikorin kori-osan säteittäisistä rakenteista.**

8 tai 10 mm paksun rakenneteräksen muokkaaminen kuvan 1. ja kuvan 2. esittämiin muotoihin edellyttää metallitangon taivutusta. Metallin taivuttaminen ja muokkaaminen edellä mainittuihin muotoihin voidaan tehdä joko kylmä- tai kuumamuokkauksen avulla. Ohuita tankoja voidaan takoa kylmänä (Haapsalo 1976, 8) mutta kuumamuokkauksen avulla voidaan tehdä materiaaliin suuriakin muodonmuutoksia metallin murtumatta ja lisäksi muokkaavaa voimaa tarvitaan suhteellisesti vähemmän (Lepola & Makkonen 2009, 79; Niinimäki 1997, 74).

Frisbeegolf -maalikorin kori-osassa kehämäisten rakenteiden tehtävänä on rajoittaa aukkojen kokoa sekä vankistaa korin rakennetta. Aukkojen koon rajoittamisen vuoksi kehämäisiä rakenteita on tyypillisesti 3, joillain valmistajilla 4. Uloin kehä on tyypillisesti 8–10 mm paksua pyöreää rakenneterästankoa ja sisemmät kehät paksuudeltaan 6–8 mm.

6–10 mm paksujen pyöreiden rakenneterästankojen taivuttaminen on mahdollista tehdä sekä kylmä- että kuumamuokkausmenetelmin. Kehärakenteiden taivuttamisessa kylmämuokkausmenetelmäkin on perusteltua, sillä taivutettava muoto on yksinkertainen ja taivutussäde verrattain pieni, jolloin kappale saadaan taipumaan kylmänäkin ilman vaaraa kappaleen murtumisesta. Kehämäisten rakenteiden taivuttamisessa kuumamuokkausmenetelmä voidaan jättää tarkastelun ulkopuolelle, sillä uloimman kehämäisen rakenteen mittapituus suorana tankona on yli kaksi metriä. Yli kaksi metriä pitkän terästangon kuumennus tasahehkuseksi edellyttäisi erityistä välineistöä, jolla suurten kappaleiden hehkutus taivutuslämpötilaan olisi mahdollista tehdä asianmukaisesti.

Pyöreän rakenneterästangon ja yleisesti muotorautojen taivutus kylmämuokkausmenetelmin on mahdollista tehdä eri tekniikoilla ja välineillä. Muotorautamankelit on suunniteltu nimenomaista käyttötarkoitusta varten ja ne soveltuvat niin harraste kuin ammattikäyttöönkin. Pyöristyskoneella voidaan myös levyjen lisäksi taivuttaa ja pyöristää muotorautoja (Keinänen & Kärkkäinen 1998, 239; Mattson & Nilsson 1999, 139–140). Joissakin pyörökonetyypeissä voidaan pyöristystelojen päähän lisätä apurullia, joilla on mahdollista pyöristää erilaisia muototeräksiä (Katainen & Mäkinen 1989, 88) ja pyöristyskoneissa telojen päihin on

sijoitettu urat muototerästen pyöristämistä varten (Lepola & Makkonen 2004, 411). Pyörökoneella pyöristettäessä on tarkkailtava, että taivutettava teräs pysyy taivutuksen ajan samassa asennossa, sillä muutoin tuloksena voi olla kieroutunut rengas (Katainen & Mäkinen 1983,86).

Championship -maalikorin standardeista ei löydy määritelmää korissa käytetyille materiaaleille (Taulukko 1.). Materiaalivalinta on kuitenkin yksi keskeisistä osa-alueista tuotteen suunnitteluprosessissa. Materiaalin valinta nivoutuu tuotteen käytettävyyteen ja mekaanisiin ominaisuuksiin sen käyttöympäristössä (Sorsa 2015,16). Tuotteen tulee toteuttaa siltä vaaditut toiminnot suunnitellun käyttöiän aikana ja halutussa käyttöympäristössä mahdollisimman tehokkaasti, taloudellisesti ja turvallisesti. (Tiainen & Laitinen 1997, 248.) Yleisesti ottaen, tuotteen suunnittelun ensimmäisenä vaiheena voidaan pitää materiaalivalintaa. Materiaalivalinnan kysymystä voidaan lähestyä kolmen kriteerin kautta. On pohdittava täyttääkö materiaali tuotteelle asetetut vaatimukset suorituskyvyn kannalta. Lisäksi valintaan vaikuttavat arvio materiaalin työstettävyydestä sekä sen esteettisistä ominaisuuksista. (Norman, Cubitt, Urry & Whittaker 2000, 350.)

Frisbeegolf-maalikorin käyttöfunktio on ottaa vastaan koriin heitetyt kiekot ja pitää ne ohjausmekanismien, eli ketjujen avulla korin sisällä. Maalikorin eri rakenteet altistuvat näin ollen sääolosuhteiden lisäksi iskumaisille voimille. Maalikorissa käytettäviltä materiaaleilta odotetaan siis kykyä vastustaa ja kestää näitä voimia. Suomessa käytetyt frisbeegolf -maalikorit ovat lähes poikkeuksetta valmistettu teräksestä.

Teräs on auto- kone- ja sähkö- sekä LVI -alalla ylivoimaisesti eniten käytetty materiaali. Raudan jalostaminen teräkseksi on pitkälle kehitettyä teollisuutta, minkä vuoksi teräs on hinnaltaan kohtuullisen edullinen materiaali. Teräokset ovat lujia materiaaleja, joita voidaan työstää lastuavasti, hitsata ja saada karkaisemalla kovaksi. (Alarova, Autio, Niemi, Repo & Yli-Viikari 2005, 62.)

Teräksellä on monia hyviä etuja, kuten lujuus, jäykkyys, sitkeys (Kleimola 1995, 90) sekä kovuus (Norman et al. 2000, 351–352). Teräksellä on myös hyvä saatavuus ja kohtuullinen hinta. Tavanomainen rakenneteräs on myös sen matalan hiilipitoisuuden



vuoksi hyvin hitsattavaa mikä on aineliitostekniikoiden kannalta keskeinen ominaisuus. Voidaan siis perustellusti osoittaa, että teräs soveltuu hyvin maalikorissa käytettäväksi materiaaliksi ja sen ominaisuudet palvelevat tuotetta sen käyttöympäristössä ja -kontekstissa. Valmistuslaitteistossa käytettyjen materiaalien on edellä esitettyihin kriteereihin nojautuen sovelluttava metallin työstöön.

### **3 Osa 1. - VALMISTUSLAITTEISTON LAATUTAVOITETEOREEMAN MÄÄRITTELY JA TESTAAMINEN**

#### **3.1 Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin didaktiset lähtökohdat**

Oppimiskäsityksen muuttuminen vuosikymmenten saatossa on vahvasti vaikuttanut opetustapahtuman sekä opetusmateriaalien luonteeseen, muotoon ja laatuun. Vallitsevaan oppimiskäsitykseen vaikuttaa vahvasti aikakauden ihanteet siitä, millaista kasvatuksen tulisi olla. Piispasen (2008, 57–58) mukaan ihanteet ohjaavat käsityksiämme ja antavat kuvan eletystä aikakaudesta, sillä ihanteiden muuttuessa voidaan havaita yhteiskunnan sekä sen myötä kasvatuspainotusten muuttavan jossain määrin muotoaan. Siinä missä yhteiskunnan ihanteet ja yleinen oppimiskäsitys korostivat ennen behavioristista oppimiskäsitystä – piirteitä, jossa esimerkiksi opettaja syötti tietoa ja oppilaat vastaanottivat – korostaa uudempi oppimiskäsitys kognitiiviskonstruktivistista oppimiskäsitystä. Järvisen (2011, 5) mukaan konstruktivistinen tiedonkäsitys korostui koulumaailmassa viimeistään vuoden 1994 opetussuunnitelmassa, muuttaen tuolloin oppilaan roolia tiedon omaksujasta tiedon prosessoijaksi. Hän jatkaa edelleen, että sen sijaan että opettaja enää vain syötti tietoa oppilailleen, odotettiin opettajan ohjaavan oppilasta hänen omasta ajatusmaailmastaan ja lähtökohdistaan käsin, opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisesti. Opetussuunnitelma tarjosi jo tuolloin huomattavasti laveammat menetelmät opettajalle opetuksen toteuttamiseen. Myös uusin opetussuunnitelma tarjoaa melko laveat suunnat opetuksen toteuttamiselle.

Kognitiivis-konstruktivistinen oppimiskäsitys hallitsee ja vallitsee edelleen nykypäivänä. Vallitsevalla oppimiskäsityksellä on eittämättä vahva yhteys opettajan toimintaan ja rooliin. Konstruktivistinen oppimiskäsitys on muuttanut opettajan roolia tiedon haltijasta ja siirtäjästä oppimisprosessin ohjaajaksi (Järvinen 2011, 37). Tätä tukee myös perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus 2016, 17), jonka mukaan uusin opetussuunnitelma on laadittu perustuen oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppilas on aktiivinen toimija, joka oppii asettamaan tavoitteita ja ratkaisemaan ongelmia niin itsenäisesti, kuin yhdessä muiden kanssa. Koska uusin opetussuunnitelma tarjoaa laveammat mahdollisuudet opettajalle opetuksen toteuttamisen suhteen, tarjoaa se myös

huomattavasti moninaisemmat mahdollisuudet erilaisten opetusmateriaaleille sekä niiden hyödyntämiselle. Hakkarainen (2014, 43) käyttää kouluopetuksen yhteydessä termiä metodinen vapaus, jolla hän tarkoittaa opettajan voivan harkintansa mukaan valita sellaisen menettelytavan, jonka hän arvioi tuottavan parhaan mahdollisen tuloksen. Täten oppimistehtävien sekä opetusmateriaalien sisältöihin heijastuu väistämättä myös opettajan omat didaktiset lähtökohdat. Hakkarainen (2002, 156) jatkaa, että oppimistehtävien muodostaminen on opettajalle kuitenkin erityinen haaste, sillä niiden tulisi tarjota oppilaalle omaan oivaltamiseen perustuvaa oppimista, sekä käynnistää, ohjata ja ylläpitää oppilaan omaa aktiivista etsimistä ja tutkimista. Viime vuosina on kuitenkin ilmentynyt, että pelkästään kognitiivinen näkökulma on riittämätön lähtökohta oppimisen ja oppimista tukevien oppimisympäristöjen rakentamiselle (Lehtinen 2006, 270).

Siinä missä käsityökasvatus on kehittynyt tieteenalana myös opetussisällölliset sekä opetusmetodiset lähtökohdat ovat muuttuneet ajan saatossa. Varhaisimpana opetusmenetelmänä käsityön kontekstissa voidaan pitää perinteistä mestari–kisälli asetelmaa, joka pedagogisessa tarkastelussa noudattelee pitkälti mallioppimisen periaatteita. Puhtaan mallioppimisen teorian rinnalle on nykypäivänä syntynyt opetusmenetelmiä, jotka korostavat luovan ongelmanratkaisun ja ajattelutaitojen merkitystä. On myös havaittavissa, että koulukäsityö on muuttunut yhä enemmän prosessipainotteiseen suuntaan (Marjanen 2012).

Metsärinne ja Kallio (2016) ovat tutkimuksessaan havainneet, että mitä oppijakeskeisemmästä opetusmallista on kyse, sitä monipuolisempaa oppiminen on. Tässä suhteessa opetusmenetelmien asettaminen laadulliseen paremmuusjärjestykseen ei ole kuitenkaan mielekästä, vaan opetusmallien menetelmällistä kyvykkyyttä tulee aina arvioida suhteessa opetuksen tavoitteisiin ja tilanteisiin. Metsärinne ja Kallio (2016, 350–351) näkevät, että eri opetusmallien monipuolisella käytöllä voidaan eriyttää opetusta ja oppimista eri kohderyhmien ja yksittäisen oppijan välillä. Heidän mukaansa tilannesidonnaisella opetusmenetelmien soveltamisella luodaan edellytykset oppijan motivoitumiseen sekä merkityksellisen oppimisen syntymiseen ja yhteistyöhön.

Kallio ja Metsärinne (2016; 2017) ovat tutkineet tutkivan tuottamisen mallin opetusteorioita sekä tarkastelleet oppijan roolia eri teorioiden sisältöjen pohjalta:

### **Mallioppiminen**

Mallioppiminen tähtää teknologisen tietotaidon omaksumiseen. Opetuksessa painopiste on teknologiaan ja eri tekniikoiden perehtymisessä. Oppiminen voi tapahtua tietyn tuotteen tuottamisen tai ennalta määrätyn suunnitelman toteuttamisen kautta. (Metsärinne & Kallio 2016.) Mallioppimistehtävä voi sisältää suunnittelun sekä valmistuksen tekniikoiden – eli teknisen tiedon – tarkastelua, mutta oppijan mahdollisuuden mallin muokkaamiseksi ovat kuitenkin näennäiset tai vähäiset (Kallio & Metsärinne 2017, 291).

### **Visio-oppiminen**

Visio-oppimisessa oppijat itse määrittelevät tuottamistoiminnan tavoitteet ja päämäärät, jolloin syntynyttä tietotaitoa voidaan luonnehtia oppijan itse muodostamaksi. Opettajan tehtävänä on stimuloida oppijan ajattelua, jotta hän kykenee löytämään ratkaisuja oman elämysmaailmansa kehittämiseksi. Oppijan tulee puolestaan kyetä perustelemaan tekemänsä ratkaisut tuottamistoiminnan ja oppimisen kannalta. (Metsärinne & Kallio 2016.) Opettaja ohjaa lisäksi oppilasta hahmottamaan niitä riskejä, joita ratkaisujen toteuttamisessa voidaan kohdata. Oppija muodostaa itse kuvan siitä, miksi teknologinen toiminta ylipäättään toteutetaan, sekä mitä mahdollisia välittömiä, myöhemmin ilmeneviä, vaikutuksia toiminnalla voi olla. Haastavin on ylipäättään kysymys siitä, ovatko tavoitteet sellaisia, että niistä voidaan selvitä. Oppimista tarkastellessa tavoitteisiin tulisi aina sisältyä uudenlaisia haasteita. Jos kuitenkin tarkoitus on vain syventää aiemmin opittua teemaa, ei kyse ole enää visiointioppimisesta vaan projektioppimisestä. (Kallio & Metsärinne 2017, 290).

### **Projektioppiminen**

Projektioppimiselle kuvaavaa ovat tavoitteiden asettelu, suunnittelu, toimeenpano sekä lopputuotosten arviointi. Keskeistä projektioppimisessä on myös se, että

tuottamistoimintaa lähestytään ennalta määrätyn teeman sisällä. Teema ei saa kuitenkaan antaa viitteitä tietystä tuotteesta tai käytettävistä tuottamisen tekniikoista. Opettajan tehtävänä on ohjata oppijaa teknologisen tietotaidon tutkimisessa, jotta oppija kykenee määrittelemään itselleen tuottamisen ja oppimisen laatuavoitteet. Opettajan tehtävänä on myös tukea oppijaa tuottamisen ideoinnissa, suunnittelussa sekä toteutusvaiheessa. (Metsärinne & Kallio 2016.)

Projektioppiminen eroaa visio-oppimisesta siinä, että opettaja määrittelee rajatun teeman, jonka oppija kohtaa. Teeman puitteissa oppija asettaa projektin alkutekijöissä omia tuottamisen sekä oppimisen tavoitteita. Itse projektin teema on avoin, eikä sitä ole sidottu tiettyyn taitoon, tekniikkaan tai teknologiaan. Haasteena oppijalla on huomioida ne käyttökohteen olosuhteet, joissa tullaan tuottamisen lopuksi testaamaan uuden, toteutettavan teknologian laatuavoitteita. Projektioppimisesta on mahdollista edetä ongelmalähtöiseen oppimiseen, jos opettaja osoittaa jonkin ongelman ratkaistavaksi projektin teemasta. (Kallio & Metsärinne 2017, 290).

### **Ongelmalähtöinen oppiminen**

Ongelmalähtöisessä oppimisessa teknologisen tuottamistoiminnan lähtökohtana on määrätyn ongelman lähestyminen ja sen ratkaiseminen. Tuottamisprosessin aikana oppija joutuu myös kohtamaan prosessin aikana muita esiin nousevia ongelmakohtia. Ongelmalähtöisessä oppimisessa tuottamistoiminta ja oppiminen tapahtuvat opettajavetoisesti, sillä opettaja toimii prosessin ongelmanasettajana. Opettajan tehtävänä on ohjata oppijaa ongelmanratkaisumetodien valinnassa käsillä olevan teknologisen ongelman ratkaisemiseksi. Ongelmalähtöisessä oppimisessa oppimisen ja tuottamisen laadulliset tavoitteet ovat enimmäkseen ennalta määrättyjä. (Metsärinne & Kallio 2016.) Verrattuna projekti- ja visio-oppimiseen, jotka ovat hyvin oppijakeskeisiä oppimisen tapoja, ongelmalähtöisessä oppimisessa opettajan rooli on merkittävämpi. Oppija kohtaa ongelmanlähtöisessä tehtävässä tavoitteita, joiden suunnassa hän kykenee aloittamaan toteutuksen ideoinnilla. Oppijan tehtävänä on huomioida, onko idea toteuttamiskelpoinen, sillä ratkaisuidean mukainen tuote on onnistuttava suunnittelemaan sekä valmistamaan. (Kallio & Metsärinne 2017, 290–291).

## **Prosessioppiminen**

Prosessioppimisessa laadulliset tuottamisen kriteerit ovat usein ennalta määrättyjä, joskin myös oppijalla itsellään voi olla tuottamisen kohteeseen liittyviä omakohtaisia tavoitteita. Prosessioppimisessa opettajan tehtävänä on ohjata oppijaa sisältöön ja prosessiin liittyvän teknologisen tietotaidon tutkimisessa ja omaksumisessa. Prosessioppimisessa sekä tuottamisen että oppimisen tavoitteena ovat selkeät päämäärät mihin vaikuttavat käytettävissä olevien teknologioiden, tekniikoiden sekä materiaalien rajoitukset. Oppija joutuu kuitenkin suunnittelu- ja tuottamisprosessinsa aikana pohtimaan oleellisia tuottamiseen liittyviä kysymyksiä sekä ratkaisemaan tuottamisprosessin aikana esiin nousevia ongelmia. (Metsärinne & Kallio 2016.)

Verrattaessa ongelmanratkaisuoppimiseen erona on, että oppija kohtaa ratkaisuidean, joka edellyttää teknologista tuottamista, kuitenkin olematta tuotemalli. Esimerkiksi suksien kuljettamiseen ratkaisuideana voi olla kuljettaa ne pyörällä, mutta se kuinka pyörä tulee varustella kuljettamista varten, on oppijan suunniteltava itse. Verrattaessa ongelmanratkaisu-, projekti- tai visiointioppimisen tehtäviin, ovat prosessioppimistehtävät suljetumpia. Oppijan tehtävänä on luoda prosessitietoa ideoimalla sellainen suunnitelma, jonka mukaan itse valmistus on mahdollistettavissa. (Kallio & Metsärinne 2017, 291.)

## **Teknisten sisältöjen oppiminen**

Teknisten sisältöjen oppimisella tarkoitetaan suunnittelu- ja valmistusprosessiin kuuluvien sisältöjen oppimista. Materiaaleihin sekä teknisiin ratkaisuihin liittyvät valinnat ovat rajoitettuja. Opettaja valitsee jonkin tuotemallin tai -malleja oppijan kehiteltäväksi. Oppijan tehtävänä on hahmottaa, miten sisällöistä muodostuu kokonaisuus, joka toteuttaa teknologisen tehtävän. Opettajan tehtävänä on ennakoida oppilaiden eteneminen sisällöissä. (Kallio & Metsärinne 2017, 291.)

## Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessi

Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin tuottamisprosessissa oppiminen tapahtuu tietyn tuotteen tuottamisen sekä ennalta määrätyn suunnitelman toteuttamisen kautta. Lisäksi valmistusprosessi pitää sisällään erilaisiin tekniikoihin perehtymistä ja tuottamisen ja oppimisen tavoitteena voidaan nähdä selkeät päämäärät. Edellä esiteltyjen opetusteorioiden perusteella voidaankin esittää, että frisbeegolf -maalikori tuottamiskohteena täyttää sekä mallioppimiselle, teknisten sisältöjen oppimiselle, että prosessioppimiselle tyypillisiä piirteitä.

Maalikorin valmistaminen on haastava, monimutkainen ja aikaa vievä kokonaisuus. Tämä havainto juontaa juurensa käytännön kokemuksesta. Tämän tutkielman laatijat ovat kokeneet käytännössä, kuinka haastava ja monivaiheinen projekti frisbeegolf -maalikorin valmistaminen on. Jo valmistusprosessin aikana teimme havaintoja siitä, että vastaavan tuotteen toteutus ilman työn toteutusta edesauttavia toimenpiteitä on aikaa vievää ja haastavaa.

Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessi on lineaarisesti etenevä, vaiheittainen prosessi, josta voidaan erottaa viisi selkeää osavaihetta (Kuvio 3.).

### FRISBEEGOLF-MAALIKORIN VALMISTUSPROSESSI



Kuvio 3. Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessi.

Peruskoulun oppilaan tuottamistoiminnan kannalta maalikorin valmistusprosessin kolme viimeisintä vaihetta – tukirakenteiden kuumamuotoilu, kehämäisten rakenteiden taivuttaminen sekä kokoonpano ja komponenttien liittäminen – ovat haastavia työvaihteita, jotka edellyttävät tuekseen apuvälineistöä, mikäli maalikoria ajatellaan peruskoulumaailmaan sijoitettavana oppilastyönä. Muodoltaan monitahoisten komponenttien liitokset ovat vaikeita toteuttaa ja maalikorin kokoonpanovaiheet

edellyttävät loogista ja suunnitelmallista ajattelukykyä. Jotta frisbeegolf -maalikorin osien valmistamista ja korin osien kokoonpanoa voidaan edesauttaa, on ongelmaa lähestyttävä teknisestä näkökulmasta. Toisin sanoen on pohdittava, mitä keinoja ja menetelmiä voidaan hyödyntää osien valmistamisen ja kokoonpanon kannalta.

### 3.2 Valmistuslaitteiston laatutavoitekriteerien määrittely

Frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteiston keskeisin tehtävä on edesauttaa standardin mukaisen frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia koulukäsitöissä. Maalikorin valmistusprosessi sisältää kokonaisuudessaan useita erillisiä ja toisiinsa kytkeytyviä työvaiheita. Valmistuslaitteiston on näin ollen kyettävä avustamaan käyttäjää valmistusprosessin eri vaiheissa sekä työvaiheiden lopputulosten yhteensovittamisessa.

Valmistuslaitteiston laatutavoitekriteereiden määrittelyssä keskeisellä sijalla ovat Championhip -maalikorille laaditut tekniset vaatimukset (Taulukko 1.). Valmistuslaitteiston on toisin sanoen mahdollistettava maalikorin valmistus, joka täyttää taulukossa 1. määritellyt standardinmukaisen maalikorin vaatimukset ja raja-arvot. Nämä edellytykset johtavat maalikorin rakenteen kannalta määrättyyn muotoon. Maalikorin tulee malliltaan olla pyöreä, joka tarkoittaa korin tukirakenteiden kannalta kehämäisiä muotoja. Niin ikään koria tukevien, säteittäisten rakenteiden tulee olla muotoon taivutettuja.

Valmistuslaitteiston tulee mahdollistaa rakenneterästankojen taivutus maalikorin edellyttämiin muotoihin. Tätä ongelmaa voidaan lähestyä *tukirakenteiden kuumataivutusmuottien* avulla. Lisäksi valmistuslaitteiston tulee tarjota ratkaisu maalikorin kehämäisten rakenteiden pyöristämiseksi. Ratkaisuksi voidaan pohtia *kehämäisten rakenteiden kuumataivutusmuotteja*. Maalikorin kokoonpanovaihetta ajatellen valmistuslaitteiston tulee mahdollistaa korin taivutettujen ja pyöristettyjen komponenttien yhteen liittäminen sekä kokoonpanovaiheen hallinta. Kokoonpanovaiheeseen voidaan soveltaa *kokoonpanomuotteja ja kokoonpanotukia*, jotka edesauttavat kokoonpanon onnistumista.



Edellä mainituista muoteista ja tuista koostuvan valmistuslaitteiston laatutavoitekriteerit voidaan johtaa seuraavasti (Taulukko 2.):

**Taulukko 2. Maalikorin valmistuslaitteiston tavoitteet laatutavoitekriteereineen.**

| Tavoite                                       | Laatutavoitekriteeri   |
|---|--|
| <b>Tukirakenteiden kuumataivutusmuotti</b>    | Tukirakenteiden kuumataivutusmuotti <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ helpottaa rakenneterästankojen taivutusta maalikorin eri komponenttien edellyttämiin muotoihin.</li> <li>➤ on helppokäyttöinen</li> <li>➤ soveltuu metallin työstöön</li> </ul>                   |
| <b>Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotti</b> | Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotti <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ helpottaa maalikorin kehämäisten rakenteiden taivutusta.</li> <li>➤ on helppokäyttöinen</li> <li>➤ soveltuu metallin työstöön</li> </ul>   |
| <b>Kokoonpanomuotit ja kokoonpanotuet</b>     | Kokoonpanomuotit ja kokoonpanotuet <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ helpottaa korin taivutettujen ja pyöristettyjen komponenttien yhteen liittämistä sekä kokoonpanovaiheen hallintaa.</li> <li>➤ on helppokäyttöinen</li> <li>➤ soveltuu metallin työstöön</li> </ul> |

Kuten taulukko 2. havainnollistaa, tukirakenteiden kuumataivutusmuottien tulee helpottaa rakenneterästankojen taivutusta maalikorin eri komponenttien edellyttämiin muotoihin. Yhtä lailla kehämäisten rakenteiden taivutusmuotissa on keskeistä, että ne helpottavat maalikorin kehämäisten rakenteiden taivutusta. Lisäksi kokoonpanomuottien ja kokoonpanotukien tulee edesauttaa korin taivutettujen ja pyöristettyjen komponenttien yhteen liittämistä sekä kokoonpanovaiheen hallintaa. Ollakseen toimiva ja tarkoituksenmukainen, tulee valmistuslaitteiston minimissään täyttää edellä esitetyt valmistuslaitteiston laatutavoitekriteerit.

Valmistuslaitteiston tulee myös kestää maalikorin valmistusprosessiin sovellettavia metallintyöstötekniikoita, kuten hitsausta ja metallin kuumamuokkausmenetelmiä. Näin ollen valmistuslaitteiston laatutavoitekriteeriksi voidaan nostaa valmistuslaitteiston materiaalien soveltuvuus metallin työstöön. Valmistuslaitteiston avulla pyritään myös edesauttamaan peruskoulun oppilaan toteuttamaa maalikorin valmistusprosessia. Koska kyse on teknisestä laitteistosta ja käyttäjänä peruskoulun oppilas, on huolehdittava siitä, että laitteisto käytettävyydeltään helposti omaksuttavissa. Yhtenä laatutavoitekriteerinä voidaan näin ollen pitää laitteiston helppokäyttöisyyttä (Taulukko 2).

### **3.3 Valmistuslaitteiston suunnittelun teoretisointi**

Suunniteltaessa teknistä – ihmisen käyttämää laitteistoa – on suunnittelussa keskeistä pohtia käytettävyyteen liittyviä näkökulmia. Käytettävyys liittyy oleellisesti siihen, miten käyttäjät hahmottavat laitteen toiminnan, aiheuttavatko jotkin laitteen piirteet virhesuorituksia tai ymmärretäänkö ne toisin kuin suunnittelijat olivat tarkoittaneet (Hyysalo 2009, 164). Hyvän käytettävyyden muodostavat käyttötilanteen opittavuus, muistettavuus, virheettömyys, tehokkuus sekä miellyttävyys (Oksanen 2006, 76). Voidaan siis sanoa, että tuote on käytettävä, kun tuotteen käyttäminen on helppoa, tehokasta ja miellyttävää (Korhonen 2000, 181).

Tuotteen suunnittelussa voidaan korostaa rationaalisen työskentelyprosessin merkittävyyttä. Rationaalisessa työskentelyprosessissa saavutetaan mahdollisimman vaivattomasti ja vähin työvaihein asetetut tavoitteet siten, että nämä ovat tekijästä esteettisesti tyydyttäviä ja käyttöominaisuuksiltaan toimivia (Kuhmonen 1994, 85).

Tuotteen käytettävyyttä voidaan arvioida useiden kriteerien perusteella. Arvioitavia kriteerejä ovat toiminnollisuus, loogisuus, informaation esitystapa, käyttöohjeet, hyödyllisyys, helppokäyttöisyys sekä tunteisiin vaikuttavuus (Keinonen 2000, 94–95).

Käyttöliittymän ominaisuuksiksi voidaan edellä mainituista lukea tuotteen logiikka, informaation esitystapa ja käyttöohjeet sekä tuotteen toiminnot. Tuotteen ja käyttäjän välistä kommunikointia ilmentävät puolestaan tuotteen helppokäyttöisyys ja

hyödyllisyys. Tunteisiin vaikuttavuus ilmentää tuotteen käyttäjään vaikuttavaa voimaa tuotteen esteettisyyteen ja käyttäjän arvoihin nojautuen. (Keinonen 2000, 94–95.)

Valmistuslaitteiston kolmen eri muotin suunnittelussa käytettävyyttä nivoutuu neljään asiaan. Muottien käyttäminen ja toimintakuntoon saattaminen tulee olla käyttäjälle helppokäyttöistä mutta yhtäältä loogista. Helppokäyttöinen muotti ei edellytä käyttäjältä monimutkaisten ohjeiden tulkintaa ja muottien käyttäminen tuntuu itsessään johdonmukaiselta. Käytettävyyttä on myös valmistuslaitteiston muottien tehokkuus sekä hyödyllisyys siinä kontekstissa, johon ne on suunniteltu käytettäväksi.

### **Tukirakenteiden kuumataivutusmuotit**

Useiden symmetristen tukirakenteiden taivutus metallista edellyttää taivutusmuotin rakentamista, jotta osien valmistuksessa päästään haluttuun mittatarkkuuteen ja säännönmukaisuuteen (Liite 10 ja Liite 11). Kuumamuokkauksen avulla tuotteiden valmistuksessa voidaan lisäksi päästä suureen valmistusnopeuteen mitä voidaan harkita suurina kappalemääriä valmistettaessa (Roselli & Mehtonen 1997, 79). Rakenteiden kokoonpanovaiheessa nämä ominaisuudet korostuvat, kun osia joudutaan liittämään toisiinsa yhteneväiseksi muodoksi.

Taivutusmuotin on edellä mainituin perustein kestettävä kuumamuokkauksessa käytettyjä korkeita lämpötiloja, jolloin terästä voidaan pitää perusteltuna muotin materiaaliratkaisuna. Materiaalin etuna on sen lämpötilan sietokyky, lujuus- ja kovuusominaisuudet, hyvä saatavuus ja suhteellisen edullinen hinta.

Kuten edellä määriteltiin, kiekon ohjausmekanismeja eli ketjuja kannatteleville säteittäisille rakenteille ja kori-osan säteittäisille rakenteille sekä niiden muodoille ja materiaalivahvuuksille ei lajin standardeissa ole määritelty erikseen tarkkoja kriteereitä. Valmistuslaitteiston suunnittelussa ja toteutuksessa voidaankin tutkia myös mahdollisuutta, että erimuotoisten ja vahvuisten rakenteiden valmistusmahdollisuus on laitteistossa huomioitu.

## **Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotit**

Maalikorin kehämäisten rakenteiden taivuttamisessa (Liite 12, Liite 13 ja Liite 14) voidaan soveltaa putkentaivutustekniikkaa. Putkentaivuttimet on suunniteltu nimensä mukaisesti eri paksuisten putkien taivuttamiseen (Bendix 1974, 152). Putkentaivutuksessa putkea taivutetaan taivutusvarressa olevan luistin avulla taivutusmuottia eli lestiä vasten (Kolehmainen, Kärnä, Lammassaari & Savolainen 1978, 167).

Putkentaivutustekniikan hyödyntäminen edellyttää taivutusvasteen (Liite 17 ja Liite 18) sekä taivuttimen (Liite 22) valmistamista, joilla rakenneteräs saadaan taipumaan säteeltään haluttuun muotoon. Taivutusmuotin etu pyöristyskoneeseen verrattuna on se, että taivutussäde saadaan pidettyä täsmällisenä ja kappaleen taipuu symmetrisesti. Koska jäykkä pyöreä rakenneterästanko edellyttää taipuakseen suhteellisesti suurempaa voimaa putkeen nähden, on taivuttimen materiaaliin kohdistama liukuvastus pyrittävä minimoimaan. Kahden kappaleen välinen liukuvastus on voimaltaan suurempi kuin niiden välinen vierintävastus (Ansaharju, Ilomäki & Maaranen 1989, 106). Vierintälaakeroinneissa käytetäänkin hyväksi vierintäkitkan vähäisyyttä liukukitkaan nähden. Pyörimisliikkeissä vierintäkitka saadaan minimoitua pyörölaakereiden avulla (Blom, Lahtinen, Nuutio, Pekkola, Pyy, Rautiainen, Sampo, Seppänen & Suosara 1999, 121). Vierintälaakerien keskeisiä osia ovat kahden renkaan välissä olevat vierintäelimet ja laakeriin kohdistuva kuormitus siirtyy näiden vierintäelimien välityksellä (Ansaharju 2009, 142). Taivuttimen suunnittelussa voidaankin soveltaa vierintälaakerin hyötyjä liukukitkan minimoimiseksi. Taivutusvasteen ja taivutukseen sopivan taivuttimen valmistaminen on suuritöinen projekti, mutta voidaankin tarkastella, onko säteittäisten rakenteiden ja kehämäisten rakenteiden kokoonpano mahdollista suorittaa samassa taivutusmuotissa.

## **Kokoonpanomuotit ja -tuet**

Frisbeegolf -maalikorin taivutettujen komponenttien yhteen liittäminen sekä maalikorin kokoonpano ovat kokemuksen perusteella ehkä haastavimpia työvaiheita korin

valmistuksessa. Riippumatta käytetyistä ainelitosmenetelmistä, edellyttää komponenttien yhteen liittäminen ja kokoonpano tarkkaa suunnitelmaa työvaiheiden etenemisestä. Liitettävien komponenttien suuresta lukumäärästä johtuen, mitta- ja asennusvirheet pyrkivät kertaantumaan kokoonpanoa suoritettaessa ja korin symmetrisen muodon hallinta muuttuu työn edetessä yhä haastavammaksi.

Teräsrakenteiden keskeisiä ainelitostekniikoita ovat niittaaminen, ruuvaaminen, liimaaminen, juottaminen sekä hitsaus (Lukkari 1997, 15). Korin komponenttien liitoksissa liimaaminen, juottaminen sekä hitsaus voidaan nähdä soveltuvina menetelminä, sillä komponenttien poikkipinta-alat rajoittavat niitti- ja ruuviliitosten käyttöä. Hitsauksen etuina liimaamiseen ja juottamiseen nähden on kyseisen liitosmenetelmän nopeus. Hitsaamalla saadaan aikaan erittäin kestävä liitos varsin nopeasti. Hitsauksessa käytetty lisäaine valitaan hitsattavan materiaalin perusteella. Esimerkiksi teräksen hitsaamiseen käytetään lisäaineena teräslankaa. Lisäaine täyttää hitsausraillon siten, että liitettävien osien liitospinnat sulavat yhteen (Hirvonen, Koiranen, Lammassaari & Poussi 1983, 15; Katainen & Mäkinen 1982, 7). Hitsausmenetelmien hyötynä on lisäksi se, että lisäainelangalla voidaan tehdä liitoksiin täyttöjä, mikäli liitoksissa esiintyy mittavirheitä ja liitokset uhkaavat jäädä vajaiksi.

Riippumatta siitä, minkälaisilla ainelitostekniikoilla frisbeegolf -maalikorin kokoonpano suoritetaan, on valmistuslaitteiston kyettävä edesauttamaan liitosten tekoa ja korin kokoonpanoa. Valmistuslaitteiston osan – kokoonpanomuotin (Liite 12 ja Liite 15) – on tällöin kyettävä edesauttamaan usean liitettävän komponentin hallintaa. Muotin on kyettävä tarjoamaan riittävä tuki komponenteille, jotta liitokset saadaan suoritettua. Lisäksi muotin on edesautettava komponenttien kohdistuksessa liitettäviin kohtiin. Muotissa on lisäksi huomioitava kuumaliitostekniikoiden ominaisuudet, kuten korkeat lämpötilat, joissa liitokset tapahtuvat. Tällöin muotin on oltava materiaaliltaan myös kuumaliitoksia kestävä.

## Valmistuslaitteiston yhteys maalikorin valmistusprosessiin

Kuvio 4. havainnollistaa, miten valmistuslaitteisto linkittyy maalikorin valmistusprosessiin ja sen eri vaiheisiin. Valmistuslaitteiston keskeisenä tehtävänä on tukea frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin kolmea viimeistä vaihetta.



Kuvio 4. Valmistuslaitteiston yhteys frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessiin.

Valmistuslaitteistolla tuetussa frisbeegolf –maalikorin valmistusprosessissa korostuu teknisten sisältöjen oppiminen, joka määriteltiin edellä kappaleessa 3.1. Valmistuslaitteiston käyttö rajoittaa valittavissa olevia materiaaleja sekä teknisiä ratkaisuja. Valmistuslaitteiston avulla tuetussa maalikorin valmistusprosessissa on määriteltä, mitä työstötekniikoita ja –menetelmiä käytetään missäkin maalikorin valmistusprosessin vaiheessa.

Valmistuslaitteiston eri muoteilla on jokaisella oma käyttöfunktionsa maalikorin valmistusprosessissa. Jotta määrittelemämme laatutavoitekriteerit toteutuvat, tulee jokaisen valmistuslaitteiston muotin kyetä helpottamaan siihen linkitettyä valmistusprosessin vaihetta. Yhtä lailla, laatutavoitekriteerien mukaisesti, tulee muottien toteutuksessa olla lähtökohtana muotin helppokäyttöisyys sekä niissä käytettävien materiaalin soveltuvuus.

### **3.4 Valmistuslaitteiston valmistaminen**

Valmistuslaitteiston valmistusprosessissa alleviivaavaa oli se, että prosessi ei edennyt lineaarisesti suunnittelusta toteutukseen. Prosessin aikana tekemämme havainnot laitteiston toimivuudesta johtivat oletusarvojen muuttamiseen ja vaihtoehtoisten ratkaisujen ja menetelmien hyödyntämiseen. Suunnittelun ja valmistuksen toteutus johdettiin tutkielman teoreettisista lähtökohdista. Prosessin aikana teoreettinen viitekehys jalostui tekemiemme havaintojen mukaisesti.

#### **Kuumataivutusmuottien valmistus**

Kiekon ohjausmekanismeja eli ketjuja kannattelevien säteittäisten rakenteiden sekä kori-osan kehärakenteita kannattelevien säteittäisten rakenteiden kuumataivutusta varten rakennettiin 5 mm paksulle metallilevyllä taivutusaihio, jossa 8 mm paksun rakenneterästangon taivutusta ohjataan metallitappi -ohjureiden, taivutusapuviivojen sekä ohjauslevyjen avulla (Liite 4). Taivutusaihion pohjaan rakennettiin kiinnike, jonka tehtävänä on mahdollistaa taivutusaihion kiinnittäminen ruuvipenkkiin. 5 mm paksun metallilevyn katsottiin olevan riittävän jäykkää sekä tarpeeksi paksua soveltuakseen kuumataivutusmuotin ahioksi. Lisäksi pyrimme kaikissa materiaalivalinnoissa hyödyntämään jo olemassa olevia tai helposti saatavilla olevia materiaaivarantoja.

Taivutusmuotin ideana on taivuttaa 8 mm paksu kuumennettu rakenneteräs säteittäisen rakenteen edellyttämään muotoon kahdessa eri vaiheessa. Ensin rakenneteräs kuumennetaan hehkuvaksi 800–1200 -asteiseksi taivutettavasta kohdasta taivutusta varten, jonka jälkeen taivutettava kappale asetetaan taivutusmuottiin. Koska kuumataivutuksessa muokkaavaa voimaa edellytetään verrattain vähän, saadaan taivutettava kappale taipumaan taivutusmuotissa käsin taivuttamalla. Taivutusmuotin testauksen yhteydessä teimme havainnon, että ketjuja kannattelevien säteittäisten rakenteiden taivutus edellyttää taivutusstopparin lisäämistä taivutuslevylle. Stopparin tehtävänä on estää taivutettavaa rautaa pakenemasta irti ohjaustapista raudan toisen kulman taivutuksen yhteydessä.

Taivutusmuottien valmistusprosessin edetessä pohdittiin myös mahdollisuutta soveltaa taivutusmuotteja vaihtoehtoisten muotojen ja materiaalipaksuuksien taivutukseen, jotta valmistuslaitteisto jättäisi laitteiston käyttäjälle enemmän päätösvaltaa. Kori-osan kehärakenteita kannattelevien säteittäisten rakenteiden kuumataivutusmuottiin rakennettiin lisäksi mahdollisuus taivuttaa 10 mm paksuista rakenneterästä. Ketjuja kannattelevien säteittäisten rakenteiden taivutusmuottiin rakennettiin vaihtoehtoinen ratkaisu kannakkeiden muodolle.

### **Kehämäisten rakenteiden taivutusmuottien, taivutuskeskiön ja taivutusvarren valmistus**

Maalikorin kehämäisten rakenteiden taivuttamisessa sovelletaan putkentaivutus-tekniikkaa. Kehämäisten rakenteiden taivuttamista varten rakensimme 26 mm paksusta vanerilevystä 3 halkaisijaltaan erikokoista taivutusvastetta eli lestiä (Liite 5). Putkentaivutustekniikan hyödyntäminen edellytti erillisen taivuttimen valmistamista, joilla rakenneteräs saatiin taipumaan taivutusvastetta vastaavaan muotoon. Taivuttamista varten rakensimme lisäksi erillisen taivutuskeskiön, joka mahdollistaa erikokoisten taivutusvasteiden kiinnittämisen. Taivutuskeskiö toimii lisäksi taivutusvartta ohjaavana kiintopisteenä.

Kehämäisen rakenteen taivutusta testattaessa havaitsimme, että taivutettava kappale ei pysy täydellisesti kiinni pyöristysmuotissa, sillä muotissa taivutettaessa 8 mm paksun muotorautatangon myötöraja ei ylity. Taivutettava kappale pyrki osittain palautumaan alkuperäiseen muotoon. Ongelman ratkaisemiseksi lisäsimme taivutusvasteeseen kiinnityskohdat pienille ruuvipuristimille. Koska puristimien päät pysyvät huonosti paikoillaan pyöreää terästankoa vasten, rakensimme erilliset puristuskiinnikkeet (Liite 5), jotka sijoitetaan ruuvipuristimen ja taivutusvasteen väliin.

Koska taivutettavan muotorautatangon myötöraja ei taivutusvasteessa ylity, edellyttää kehämäisen rakenteen valmistaminen sen liittämistä yhtenäiseksi rakenteeksi taivutusvasteessa. Muotorautatanko on katkaistava mittaansa tangon ollessa vielä kiinni taivutusvasteessa, jonka jälkeen tangon päät on hitsattava kiinni. Katkaisua ja hitsausta



varten taivutusvasteeseen lovettiin erillinen paikka näitä varten. Katkaisu- ja hitsauslovi suojattiin erillisellä metallisella suojalevyllä hitsauksessa syntyviä kipinöitä varten. Katkaisu- ja hitsausloven alueelle lisättiin leveämpi kiinnitysmahdollisuus ruuvipuristimia varten, jotta puristien puristusvoima saataisiin mahdollisimman lähelle katkaistun tangon päitä. Taivutusvasteen puristimien kiinnityskohdat suojattiin metallisuoilla, jotta puristimet eivät painaudu vanerilevyn sisään.

Taivutuskeskiön idea on niin ikään johdettu putkentaivutusvälineistöstä. Putkentaivutusvälineistössä on erityinen ruuvipenkkiin kiinnitettävä tuki, johon erikokoisia lestejä on mahdollista kiinnittää (Liite 6). Putkentaivutuksen taivutusvarsi asetetaan tätä tukea vasten ja taivutusvarteen kiinnitettävä sopivan kokoinen luisti taivuttaa putken lestiä vasten. Taivutuskeskiö toimii tämän periaatteen mukaisesti. Toisin kuin putkentaivutusvälineistön, tulee taivutuskeskiön mahdollistaa 360 asteen taivutus. Tämän vuoksi taivutuskeskiö eroaa rakenteeltaan hiukan tavanomaisesta putkentaivutuksen taivutustuesta.

Taivutuskeskiössä 20 mm paksun terästangon alapäähän on hitsattu tuki, jolla keskiön saa kiinnitettyä tukevasti ruuvipenkkiin. Terästangon tehtävänä on toimia kiinnityspisteenä taivutusvarrelle. Tuen yläpuolelle on puolestaan hitsattu 3 mm paksu, halkaisijaltaan 250 mm leveä pyöreä metallilevy. Metallilevyn tehtävänä on kannatella taivutuskeskiöön asetettavia erikokoisia pyöristysmuotteja. Keskiöön kuuluu lisäksi toinen erillinen vastaava metallilevy, joka asetetaan pyöristysmuottien päälle. Teräslevyihin ja pyöristysmuotteihin on porattu yhteneviin kohtiin halkaisijoiltaan yhtenevät reiät kiinnityspultteja varten. Levyjen ja pulttien tehtävänä on lukita pyöristysmuotti paikoilleen, jotta se ei liikkuisi mukana taivutusvarrella tehtävän taivutuksen aikana. Metallilevyjen keskelle on lisäksi hitsattu neliön malliset sovitinkappaleet. Sovitinkappaleet lukitsevat rakenteen yhtä lailla eikä pultteja välttämättä tarvita, mutta pulttien avulla pienikin liike rakenteessa saadaan estettyä. Pyöristysmuotteihin on myös kolottu sovitinkappaleita vastaavat reiät levyn keskelle.

Taivutusvarteen otettiin mallia putkentaivutuksissa käytetyistä taivuttimista. Taivutusvarressa 34 mm paksuisen, seinämävahvuudeltaan 3 mm paksun teräsputken

päähän on hitsattu kahden 9 mm paksuisen, muotoiltujen teräslevyjen muodostama runkorakenne (Liite 7). Teräslevyjen toiseen päähän on kolottu pyöreät lovet, jotka asettuvat taivutuskeskiön terästankoon. Runkorakenteeseen on pyöristysmuottien halkaisijoiden mukaan porattu kiinnityspisteet taivuttavalle luistille, joka laitteistomme tapauksessa on valmistettu 8 mm terästankoon sopivasta laakeroidusta rullasta (Liite 7). Rullan tehtävänä on hyödyntää vierintäkitkaa, joka on pienempi kuin putkentaivuttimen luistien kohtaama liukukitka. Rulla kiinnitetään taivutusvarren runkorakenteeseen pultin ja holkkien avulla.

### **Kokoonpanomuottien valmistus**

Kori-osan kokoonpanon suunnittelimme tekevämme kokoonpanomuotin avulla, joka edesauttaisi liitosten ja kokoonpanon hallintaa, komponenttien kohdistusta liitettäviin kohtiin sekä huomioisi kuumaliitostekniikoiden vaatimukset materiaalin kestävyudessa. Havaitsimme, että erillisen kokoonpanomuotin sijasta, kori-osan kokoonpanomuotti olisi mahdollista rakentaa suurimman kehämäisen rakenteen taivutusmuotin yhteyteen (Liite 8). Toisin sanoen hyödynsimme jo valmistamaamme taivutusmuottia kokoonpanon hallinnassa.

Isoimman taivutusmuotin ulkolaidalle mitoitettiin ja kolottiin paikat korin säteittäisille rakenteille (Liite 8), jolloin kyseiset rakenteet saatiin asennettua suoraan liitettäviin kohtiin. Ideana oli, että suurimman kehämäisen rakenteen taivutuksen, katkaisun ja hitsauksen jälkeen kehämäinen rakenne jätettäisiin paikoilleen ja säteittäiset rakenteet voitaisiin välittömästi hitsata kehämäiseen rakenteeseen kiinni niitä varten kolottujen kohdistuslovioiden avulla. Taivutusmuotin keskelle mitoitettiin paikka puukeskiölle (Liite 9), jonka tehtävänä on toimia kori-osan keskelle sijoitettavan putkiholkin kannakkeena. Putkiholkin avulla sekä maalikorin kori-osa, että maalikorin yläosa sijoitetaan ja kiinnitetään frisbeegolf -maalikorin runkoputkeen, omille paikoilleen. Putkiholkit ovat 100 mm korkeita ja halkaisijaltaan hieman runkoputkea isompia.

Kiekon ohjausmekanismeja eli ketjuja kannattelevien säteittäisten rakenteiden kokoonpanoa varten valmistimme erillisen pyöreän levyn 26 mm paksusta vanerista

(Liite 8). Muotin ulkolaidalle jysyttiin soviteura korin yläosan, halkaisijaltaan  $570 \pm 40$  mm kokoiselle ja 150 mm korkealle ohjauslevylle, jonka tehtävänä on pitää ohjauslevy paikallaan ketjuja kannatelevien rakenteiden liittämisen aikana.

Muottiin mitattiin kohdistuspaikat ketjuja kannateleville rakenteille ja vastaaville paikoille porattiin kohdistuspaikat kokoonpanotukia varten. Lisäksi muotin keskelle jysyttiin paikka muodoltaan vaihtoehtoisten ketjukannakkeiden kokoonpanokeskiötä varten.

### **Kokoonpanotukien ja kokoonpanokeskiöiden valmistus**

Frisbeegolf -maalikorin säteittäisten rakenteiden liittämistä varten valmistimme kolme erilaista kokoonpanotukea (Liite 9), joiden tehtävänä on pitää liitettävät säteittäiset rakenteet liitosten aikana oikeissa kohdissaan ja oikeassa asennossa. Kokoonpanotuet kiinnitetään kokoonpanomuottiin säteittäisen rakenteen päälle puutappien avulla niitä vastaaviin kohtiin.

Kori-osan keskelle sijoitettavan putkiholkin liittämistä varten valmistimme puukeskiön, jonka tehtävänä on toimia putkiholkin kannakkeena. Puukeskiön päälle valmistimme CNC -jysintekniikka hyödyntäen maalikorin säteittäisten rakenteiden kohdistuslevyn (Liite 9). Säteittäisten rakenteiden sisemmät päät kiinnitetään hitsaamalla kohdistuslevyn avulla putkiholkkiin kiinni. Puukeskiö ja kohdistuslevy mitoitettiin siten, että ne nostavat putkiholkin sekä säteittäiset rakenteet suoraan oikeaan korkeuteen hitsausta varten. Kohdistuslevyyn lisättiin metallilevyt suojaamaan puuta hitsauksen aiheuttamilta kipinöiltä.

Maalikorin yläosan keskelle sijoitettavaa putkiholkkia varten rakensimme toisen, mitoiltaan erilaisen puukeskiön. Ketjuja kannatelevien säteittäisten rakenteiden liittämistä varten pystyimme hyödyntämään aiemmin valmistamaamme säteittäisten rakenteiden kohdistuslevyä. Puukeskiöön porattiin reiät kohdistuslevyyn upotettuja puutappeja varten. Muodoiltaan vaihtoehtoisten, ketjuja kannatelevien säteittäisten rakenteiden liittämistä varten valmistimme erillisen kohdistuslevyn, jonka liimasimme

kiinteästi kokoonpanomuottiin kiinni. Puukeskiöön jyrstyn uran ansiosta puukeskiön voi sijoittaa vaihtoehtoisen kohdistuslevyn päälle, riippuen kumpaa säteittäistä rakennetta korin valmistuksessa haluaa käyttää.

### **Pintakäsittely ja viimeistely**

Valmistuslaitteiston viimeistelyssä lähtökohtanamme olivat tuoteturvallisuus, käytettävyys mallin toiminnan kannalta, esteettisyys sekä helppokäyttöisyys. Kiinnitimme huomiota tuoteturvallisuuteen hiomalla valmistuslaitteiston kaikki terävät reunat pyöreiksi ja lisäämällä valmistuslaitteistoon metallisuoja kohtiin, jotka edellyttivät kuumamuokkausmenetelmien käyttämistä. Metallisuojat käsiteltiin kuumakestomaalilla. Pinnankäsittelyaineiden valinnassa kriteerinämme oli pintakäsittelyaineiden kestävyys. Taivutuskeskiön pintakäsittelyyn valitsimme vasaralakan, joka pintakäsittelyaineena kestää hyvin mekaanista kulutusta. Vasaralakkaa käytetään muun muassa työstökoneiden pintakäsittelyssä, sillä koneiden pintojen tulee kestää kovaa kulutusta. Puuosien pinnankäsittelyn teimme UNICA -ulkokalustemaalilla, joka kestää mekaanista kulutusta eikä ole herkkä lämpötilan vaihteluille. Pinnankäsittelyaineiden värivalinnoissa päädyimme tummiin värisävyihin ehkäistäksemme lian ja tahrojen näkymisen laitteiston käytön jäljiltä.

Valmistuslaitteiston helppokäyttöisyyttä pyrimme edistämään lisäämällä taivutus- ja pyörästysmuotteihin numeroinnin kuvastamaan valmistusjärjestystä. Muotteja täydennettiin myös muilla oleellisilla merkinnöillä, kuten tiedoilla materiaalien mitoista. Taivutusmuotteihin edellä mainitut tiedot kaiverrettiin ja pyörästysmuotteihin tiedot poltettiin laserilla erillisille muotteihin upotettaville levyille.

### **3.5 Tutkimuskysymykset – osa 1.**

Tutkielman 1. osan tutkimuskysymyksellä pyritään selvittämään, miten frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteisto toimii maalikorin valmistusprosessissa. Valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreema testataan todellisessa käyttötilanteessa eli frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin yhteydessä. Testauksen avulla pyritään

määrittelemään, miten valmistuslaitteistolle asetetut laatutavoitekriteerit toteutuvat testausprosessissa.

## 1. Tutkimuskysymys

*Miten valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreema toimii käsityön aineenopettaja-opiskelijan toteuttamassa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessissa?*

### 3.6 Valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreeman testauksen määrittely

Sovellettaessa tutkivaa tuottamista käsityötajan tutkimukseen on testattava laatutavoiteteoreemaksi muotoiltua tuottamista ohjaavaa ajattelua. Testiteoreemassa kuvataan arviointikohteiden operationalisointi sekä arviointimenetelmät. Teoreemaa testataan tuottamalla teoreemassa määritelty tuote ja sijoittamalla se käyttökohteeseensa. Tuotteen välinearvon mittausta tapahtuu tuotteen käyttökohteessa arviointiperustein. Arviointitietoa verrataan teoreemassa määriteltyyn odotettuun välinearvoon. (Metsärinne & Kallio 2011, 52.)

Tässä tutkielmassa valmistuslaitteiston välinearvoa mitataan laadullisin perustein testaamalla valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreemaa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin yhteydessä. Ensisijaista on havainnoida, missä määrin valmistuslaitteisto kykenee edesauttamaan frisbeegolf -maalikorin komponenttien valmistusprosessia sekä komponenttien yhteen liittämistä ja korin kokoonpanoa.

Laadullisessa arviointiprosessissa käyttäjä havainnoi ja vertaa valmistuslaitteiston toimivuutta edellä mainituin vertailuperustein. Tässä yhteydessä keskeistä on siis käyttäjän tekemät havainnot ja huomiot vertailujen kohteissa. Käyttäjän tehtävänä on arvioida valmistuslaitteiston soveltuvuutta frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessiin sekä vertailla frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia ilman valmistuslaitteistoa sekä valmistuslaitteiston kanssa. Molemmissa lähestymistavoissa testausympäristönä toimivat Turun yliopiston opettajankoulutuslaitoksen, Rauman kampuksen teknisen käsityön työskentelytilat.

Testattavia laatuominaisuuksia ovat valmistuslaitteiston kyky edesauttaa muotorautojen taivutusta, pyöristystä sekä näiden komponenttien yhteen liittämistä ja frisbeegolf -maalikorin kokoonpanoa. Lisäksi käyttäjän tulee arvioida valmistuslaitteiston helppokäyttöisyyttä sekä valmistuslaitteistossa käytettyjen materiaalien soveltuvuutta metallin työstöön.

Tutkielman ensimmäisen vaiheen aineisto kerättiin haastattelun avulla. Haastateltavana oli Turun yliopiston opettajankoulutuslaitoksen, Rauman kampuksen käsityön aineenopettajaopiskelija, joka testasi tutkielmassa tuotetun tuotteen toiminnan käytännön tilanteessa. Haastateltavan valintaan vaikutti oleellisesti se, että haastateltava kykeni arvioimaan valmistuslaitteiston soveltuvuutta maalikorin valmistusprosessiin suhteessa maalikorin valmistukseen normaalissa käsityöllisessä tuottamistoiminnassa ilman vastaavaa valmistuslaitteistoa. Haastateltavalla oli jo ennestään kokemus frisbeegolf -maalikorin tuottamisesta jälkimmäisellä menetelmällä.

Haastattelu toteutettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna (Liite 1). Teemahaastattelussa haastateltavalle esitetään kysymyksiä teemojen ja aihepiirien mukaan, mutta kysymysten muoto ja järjestys voivat vaihdella (Ruusuvuori & Tiittula 2014, 11). Aineistonkeruumenetelmänä haastattelun vahvuutena voidaan pitää menetelmän joustavuutta, sekä mahdollisuutta suunnata tiedonhankintaa haastattelutilanteessa (Hirsjärvi & Hurme 2000, 34). Puolistrukturoitu haastattelu sopii hyvin käytettäväksi aiheisiin, joissa halutaan selvittää esimerkiksi arvostuksia, ihanteita ja perusteluja (Metsämuuronen 2009, 247).

Valmistuslaitteiston kolmelle eri muotille ja niihin liitetyille laatutavoitekriteereille muodostettiin omat haastattelukysymykset (Liite 1). Tukirakenteiden kuumataivutusmuottien käytettävyyttä ja toimivuutta kartoitettiin kahdella kysymyksellä, kehämäisten rakenteiden taivutusmuotin sekä sen eri osien käytettävyyttä ja toimivuutta viidellä kysymyksellä ja kokoonpanomuottien sekä kokoonpanotukien käytettävyyttä ja toimivuutta neljällä kysymyksellä. Valmistuslaitteiston käytettävyyttä kokonaisuutena tutkittiin neljän haastattelukysymyksen avulla ja lisäksi laitteiston vahvuuksien,

heikkouksien, käyttöfunktioiden ja käyttöönoton selvittämiseksi muodostettiin niin ikään neljä haastattelukysymystä (Liite 1).

Haastattelu nauhoitettiin ja haastatteluaineisto litterointiin eli käännettiin tekstimuotoon aineiston analyysia varten. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa litterointia käytetään, jotta ymmärrettäisiin, kuinka tutkimukseen osallistujat organisoivat puheensa tai kirjoituksensa (Metsämuuronen 2009, 220). Tutkielman luonteen vuoksi litterointia ei tehty sanatarkkaan, sillä tällä ei ollut analyysin kannalta merkitystä, vaan analyysin kohteena olivat ennemminkin haastattelussa esille tuodut asiasisällöt. Aineiston analyysissä noudatettiin hyvän tieteellisen käytännön periaatteita pyrkimällä yleiseen huolellisuuteen ja tarkkuuteen tulosten esittämisessä sekä niiden arvioinnissa (Kuula 2014, 34). Tutkimusaineisto analysoitiin teorialähtöisen sisällönanalyysin avulla.

Sisällönanalyysillä pyritään saamaan tutkittavasta ilmiöstä kuvaus tiivistetyssä sekä yleistettävässä muodossa ja dokumenttien sisältöä pyritään kuvaamaan sanallisesti. Keskeinen periaate sisällönanalyysissä on luoda sanallinen ja selkeä kuvaus tutkittavasta ilmiöstä järjestämällä aineisto tiiviiseen ja selkeään muotoon, ilman että kadotetaan aineiston sisältämää informaatiota. Aineiston käsittelyssä keskeistä on niin ikään laadullinen käsittely, joka perustuu loogiseen päättelyyn ja tulkintaan. Tutkimusaineisto pilkotaan osiin, käsitteellistetään ja kootaan yhteen uudennlaiseksi järjestetyksi ja loogiseksi kokonaisuudeksi. (Tuomi & Sarajärvi 2003, 103–106.)

Teorialähtöisessä eli deduktiivisessa sisällönanalyysissä aineiston analyysin luokittelu perustuu viitekehykseen kuten esimerkiksi teoriaan. Teorian avulla analyysille muodostetaan analyysirunko, jossa aineisto luokitellaan teorian mukaisiin osioihin. Analyysirungon ollessa strukturoitu, kerätään aineistosta ainoastaan niitä asioita, jotka sopivat analyysirunkoon. Analyysirungon muodostamisen jälkeen aineisto pelkistetään eli siitä poimitaan systemaattisesti analyysirungon mukaisia ilmiöitä. (Tuomi & Sarajärvi 2003, 113–114.)

### **3.7 Tulokset valmistuslaitteiston testauksesta**

Frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteiston suunnittelu- ja toteutusprosessin aikana teimme jatkuvasti havaintoja valmistuslaitteiston teknisistä ominaisuuksista sekä tuotteen toimintaan vaikuttavista ratkaisuista. Tekemämme havainnot ohjasivat toteutusprosessin kulkua yhdessä teoria kanssa. Tutkielman keskeisen tutkimusaineiston muodosti käsityön aineenopettajaopiskelijan haastattelu. Aineenopettajaopiskelija testasi fyysisesti valmistuslaitteiston toimivuuden valmistamalla laitteiston avulla standardin mukaisen frisbeegolf -maalikorin. Käsityön opettajaopiskelijan kontribuutio tutkielmalle oli nimenomaan se, että opiskelijan kautta saatiin riippumaton ja objektiivinen arvio laitteiston toimivuudesta kokonaisuutena. Keskeisintä olivat kuitenkin aineenopettajaopiskelijan näkemykset valmistuslaitteiston käytettävyysspekseistä, sillä opiskelija testasi laitteistoa ensimmäistä kertaa.

### **Tulokset tukirakenteiden kuumataivutusmuoteista**

Haastateltava nosti haastattelussa selkeästi esille sekä korin kannakkeiden, että ketjukannakkeiden kuumataivutusmuottien toimivuuden. Vaikka haastateltavan omien sanojen mukaan valmistuslaitteiston testauksessa käytettiin 8 mm paksuista rakenneterästankoa, uskoi haastateltava, että kuumataivutusmuotit toimisivat samalla tavalla myös 10 mm paksuiselle terästangolle, jota varten malliin on rakennettu myös optio. Haastateltava nosti esille taivutusten aikana tekemänsä havainnon mahdollisesta tarpeesta lisästopparille, joka sijoitettaisiin ketjukannakkeiden taivutusmuotin yhteyteen helpottamaan taivutettavan tangon sijoittamista taivutusmuotille oikeaan kohtaan. Hän ei kuitenkaan nähnyt lisästopparin puuttumista rajoittavana tekijänä taivutuksen onnistumiselle.

Muottien rakenteesta ja merkinnöistä haastateltava totesi niiden sisältävän kaiken tarvittavan informaation käyttäjän kannalta, kuten ohjeviivat, jotka opastavat käyttäjää tekemään taivutuksen oikeaan kohtaan. Haastateltava koki parannusehdotuksena sen, että mikäli valmistuslaitteiston käyttöönoton tueksi luodaan myöhemmin ohjemateriaali, niin materiaalissa voitaisiin ohjeistaa käyttäjää siitä, miltä alueelta taivutettavia metalleja tulee



kuumentaa, jotta ne taipuvat muoteissa suunnitellulla tavalla. Kuumataivutusmuottien osalta haastateltava näki niiden oleva käytettäviä ja täyttävän tarkoituksensa.

### **Tulokset kehämäisten rakenteiden ja ketjukoukkujen taivutusmuoteista**

Korin kehämäisten rakenteiden taivutusmuottien osalta haastateltava korosti niiden toimivuutta ja piti ratkaisua loistavana. Taivutuksessa apuna käytettäviä puristimia varten muotiin on rakennettu eri kohtiin paikat puristimien sijoitusta varten. Haastattelussa nousi esille, että puristimen sijoituskohtia voisi ehkä olla lukumäärällisesti enemmän helpottamaan taivutettavan kappaleen taivutusta. Kävi ilmi, että kappaleen taivuttaminen toimi muotilla moitteettomasti, mutta taivutetun kappaleen päiden katkaiseminen mittapituuteen taivutuksen jälkeen aiheutti jonkin verran pohdintaa ja arviointia. Ongelmana katkaisuvaiheessa on, kuinka taivutetun kappaleen päät saadaan pysymään kohdakkain heti taivutuksen jälkeen. Haastateltava koki, että lisäpuristinpaikat voisivat olla hyödyksi katkaisuvaiheessa.

Kehämäisiä rakenteita taivutettaessa taivutettava kappale painautuu tiiviisti muotin pintaa vasten. Kun taivutetun kappaleen päät hitsataan paikoillaan muotissa toisiinsa kiinni, painautuu kappale entistäkin tiiviimmin kiinni taivutusmuotiin. Tämän ongelman helpottamiseksi haastateltava näki tarpeelliseksi lisätä taivutusmuotteihin koloja tai kohtia, jotka mahdollistaisivat vasaran käyttämisen apuna kappaleen irrottamisessa muotista. Kolot voisivat olla samanlaisia katkaisu- ja hitsauskolojen kanssa, jotka löytyvät jokaisesta muotista. Puristimia varten kolotut reiät ja puristimien kiinnittämistä helpottavat vastakappaleet toimivat haastateltavan mukaan erittäin hyvin. Tärkeänä seikkana nousi esille se, että vastakappaleiden ansiosta taivutettava kappale pysyy paikoillaan eikä pääse karkaamaan muotin ulkopuolelle taivutusta tehtäessä.

Taivutusvarren kohdalla huomio kiinnittyi rakenteen isoon kokoon. Toisaalta taivutusvarren pituus nähtiin myös positiivisena asiana, etenkin mikäli valmistuslaitteistoa käytetään koulumaailman puolella. Pienen henkilön on helpompaa saada välitettyä voima taivutukseen pidemmän varren avulla.

Taivutusvarren liukulaakeroitu taivutusluisti täytti haastateltavan mukaan tehtävänsä. Suuren kokonsa, painonsa ja irtonaisten osien vuoksi haastateltava näki tarpeelliseksi, että taivutusvarren käyttökuntoon laittamisessa on hyvä olla toinen henkilö avustamassa. Pohdintaa aiheutti se, että tulisiko taivutusluistin kiinnittämistä taivutusvarteen edesauttaa siten, että taivutusluistin erilliset sovitusholkit olisi kiinteästi kiinnitetty taivutusluistiin. Tällöin luistin kiinnittäminen olisi helpompaa. Taivutusvarteen kiinnitettävä muovipala sai haastateltavalta kiitosta, sillä muovipala estää taivutinvartta tipahtamasta liian alas taivutuskohdasta taivutusta tehtäessä.

Haastateltava halusi painottaa, että vaikka taivutushaarukasta löytyikin joitakin huomioitavia asioita, on tuote silti erittäin toimiva ja mukava käyttää. Laitteiston avulla korin tekeminen on haastateltavan mukaan paljon helpompaa verrattuna hänen aikaisempiin kokemuksiin korin valmistamisesta.

Kehämäisten rakenteiden taivutusmuottien katkaisu- ja hitsauskohdista haastateltava totesi niiden olevan tarkoituksenmukaisia. Haastateltava piti tärkeänä seikkana sitä, että taivutettu rakenne saadaan hitsattua heti taivutuksen jälkeen muotoonsa taivutetun kappaleen ollessa vielä muotissa kiinni:

*“– – siis, mun mielestä, juurikin noin se pitää olla, että siinä paikallaan se hitsataan sit paikalleen. – –”*

Haastateltavaa pyydettiin arvioimaan ja vertaamaan kehämäisten rakenteiden taivutusmuotin toimivuutta aikaisempaan kokemukseen korin valmistamisesta. Haastateltava näki, että laitteiston hyöty on siinä, että sen avulla kaikista taivutettavista rakenteista tuli täysin pyöreitä ja hitsattavat rakenteen päät sai laitteiston avulla asetettua kohdakkain.

Haastateltava koki kehämäisten rakenteiden taivutuksen olevan laitteiston avulla suorastaan lasten leikkiä verrattuna mankelin avulla tehtävään taivutukseen. Haastateltava itse koki laitteiston avulla tehtävien taivutusten sujuvuuden toimivan hyvänä motivaatiota lisäävänä tekijänä korien tekemiselle jatkossakin laitteiston avulla.

Tämän lisäksi haastateltava uskoi, että myös lasten tai oppilaiden mielestä laitteiston avulla voisi tehdä onnistuneita taivutuksia.

Ketjukoukkujen taivutusmuotin haastateltava näki olevan toimiva kokonaisuus, johon laitteiston käyttäjää varten on merkitty kaikki oleelliset merkinnät kuten, minkä pituiset taivutettavien kappaleiden tulee olla, mistä taivutettu kappale katkaistaan ja mistä kohdasta taivutusta lähdetään tekemään. Haastateltava uskoi taivutuksen onnistuvan myös peruskoulun oppilailta, kunhan käytössä on vain riittävän suuret pihdit taivutuksen avuksi.

### **Tulokset kokoonpanomuoteista ja kokoonpanotuista**

Haastateltavan mukaan korin osan kokoonpanomuotti täytti tarkoituksensa täydellisesti. Kiitosta saivat muotin käytettävyyden helppous, yksinkertaisuus ja kohdistusten tekemien helppous. Haastateltavan mukaan kokoonpanovaihe on yksi korin valmistusprosessin haastavimmista vaiheista, mutta laitteiston avulla prosessi kävi varsin nopeasti:

*”Siis sitä vaihetta mä pelkäsin taas et kuin pitkään siinä menee. Mutta tota, siis sehän oli varmaan sitten tunti puheineen, kun siinä oli taas kaikki hitsattu paikoilleen. – –”*

Haastateltava näki kokoonpanomuotin hyvänä puolena lisäksi sen, että laitteisto estää hitsauksesta syntyvän lämpölaajenemisen vaikutuksen rakenteen symmetrisyyden kannalta. Haastateltavan aiemman kokemuksen mukaan hitsauksesta syntyvä lämpölaajeneminen teki korin rakenteesta epävakaan.

Haastateltava uskoi, että kokoonpanomuotilla kasattavan korin valmistusprosessi nopeutuu noin 50 kertaisesti. Mikäli käytössä olisi yhden hitsaustukikapulan lisäksi useampi tuki, voisi työtä nopeuttaa hiukan entisestäänkin, mutta varsinaisia muita parannusehdotuksia kokoonpanomuotista ei noussut ilmi.

Maalikorin hattuosan kokoonpanomuotti oli haastateltavan mukaan yhtä toimiva kori-  
osan kokoonpanomuotin kanssa ja hattuosan valmistaminen kävi laitteiston avulla yhtä

nopeasti kori-osaan verrattuna. Kokoonpanomuotin kohdistuskeskiö oli laitteistoa testattaessa kärsinyt hitsauksessa syntyvän kuumuuden vaikutuksesta. Parannusehdotuksensa nousikin esille se, voisiko keskiö olla materiaaliltaan esimerkiksi alumiinia, joka kestäisi korkeita lämpötiloja huomattavasti paremmin. Kokoonpanomuotin pintakäsittelystä haastateltava totesi sen olevan onnistunut, sillä muotin pinnassa ei näy käytön jälkiä. Kohdistustuet olivat haastateltavan mukaan hyvin käytettäviä ja hitsattavat kappaleet pysyivät tukien avulla hyvin kohtisuorassa. Puutappien avulla sekä kohdistuskeskiöiden että kohdistustukien asettaminen paikoilleen oli haastateltavan mukaan hyvin helppoa. Sen sijaan haastateltava koki, että vaikka laitteistoa on kerran testannut, niin edelleenkin joutuisi miettimään, että missä järjestyksessä keskiöt kasataan ja mikä osa kuuluu mihinkin. Osia on kuitenkin niin vähän, että oikean järjestyksen löytämisessä ei kuitenkaan menisi kauan.

### **Tulokset valmistuslaitteiston materiaalien soveltuvuudesta**

Haastateltava näki valmistuslaitteiston kiinnitettävyyden ruuvipenkkiin fiksuna ratkaisuna. Yläkouluissa ruuvipenkit ovat matalammalla tasolla, joten työkorkeuskin olisi hänen mukaansa oikealla tasolla. Laitteiston tukeva rakenne sekä osien lukitusmahdollisuus saivat haastateltavalta kiitosta. Haastateltava piti myös siitä, että laitteistossa irtonaisten osien lukumäärä on lopulta melko vähäinen. Valmistuslaitteiston testaus suoritettiin 8 mm paksulla rakenneterästangolla. Haastateltava uskoi, että myös paksumpien ainevahvuuksien kohdalla osien taivuttaminen onnistuisi hyvin laitteiston tukevan rakenteen ja järeän taivuttimen ansiosta.

Laitteiston yleisestä toimivuudesta kysyttäessä haastateltava totesi laitteiston olevan viimeistelty, osien laadukkaita ja laitteiston toimivuuden olevan samalla tasolla viimeistelyn kanssa. Haastateltava näki, että laitteistoa voisi soveltaa myös koulukäytössä oppilaiden kanssa. Valmistuslaitteistossa käytetyt materiaalit herättivät haastateltavalla kysymyksiä niiden soveltuvuudesta. Haastateltavan mukaan puuta voi pitää erikoisena valintana laitteiston materiaaliksi, sillä valmistusprosessin yhteydessä lämpötilat nousevat paikoin korkeiksi. Maalipinta suojaasi valmistuslaitteistoa haastateltavan

mukaan kuitenkin hyvin ja puun hyvänä puolena voidaan pitää sen huonoa lämmönjohtavuutta.

Tuoteturvallisuusaspekteista keskusteltaessa haastateltava nosti esille taivutusvarren painon, joka saattaa muodostua vaaratekijäksi etenkin pienten oppilaiden kohdalla. Sirompi ulkomuoto ja kevyempi paino saattaisivat hänen mukaansa parantaa tuoteturvallisuutta, mutta haastateltava ei ollut varma lähtisikö itsekään muuttamaan taivutusvarren suunnittelua.

Haastateltavalta kartoitettiin minkä tyyppistä ohjemateriaalia valmistuslaitteiston tueksi olisi syytä laatia helpottamaan mallin käyttöönottoa ensimmäistä kertaa. Haastateltavan mukaan valmistuslaitteiston muotit on hyvin numeroitu ja muoteissa on ilmoitettu niiden avulla tehtävän taivutuksen halkaisija. Komponenttien valmistusta varten ohjemateriaalissa tulisi kuitenkin ilmoittaa myös, paljonko materiaalia tulee varata erilaisten komponenttien valmistukseen. Materiaalien varaamista varten ohjeissa voisi olla luettelo eri vaiheissa käytettävistä materiaaleista ja niiden määristä. Lisäksi ohjeissa olisi hyvä olla selkeät kuvalliset ohjeet valmistuslaitteiston kokoonpanosta, kokoonpanojärjestyksestä sekä työohjeet valmistusprosessin eri vaiheista. Haastateltavan mukaan ohjeissa olisi, etenkin oppilaita varten hyvä olla myös sekä frisbeegolf -maalikorin piirustukset, että myös valmistuslaitteiston piirustukset. Piirustukset helpottaisivat oppilasta ymmärtämään ja hahmottamaan eri osien valmistamista.

### **Tulokset valmistuslaitteiston helppokäyttöisyydestä**

Haastattelussa kartoitettiin valmistuslaitteiston eri komponenttien helppokäyttöisyyttä frisbeegolf –maalikorin valmistusprosessissa. Haastateltava koki laitteiston helppokäyttöiseksi ja toimivaksi kokonaisuudeksi. Helppokäyttöisyyden johdosta valmistuslaitteisto nopeutti maalikorin valmistusprosessia noin kymmenkertaisesti ja etenkin kehämäisten rakenteiden taivutuksessa ja laitteiston kokoonpanossa sekä ajallinen että laadullinen hyöty korostui. Haastateltava arvioi, että valmistuslaitteiston avulla frisbeegolfmaalikori on mahdollista tehdä yhden päivän aikana, kun taas aikaisemman, ilman laitteistoa tehdyn korin valmistamiseen kului työtunteja noin 50 kpl.

Haastateltava näki myös, että valmistuslaitteiston avulla prosessin toistettavuus on varsin suuri, eikä kahden – valmistuslaitteiston avulla tuotetun – korin välillä todennäköisesti huomaa laatueroa lainkaan. Ainoastaan käyttäjän tekemät hitsaussaumamat voivat tuoda laatuvaihteluita korin valmistukseen.

Haastateltavaa pyydettiin antamaan arvio siitä, minkä verran valmistuslaitteiston käyttäjä voi vaikuttaa korin lopulliseen ulkonäköön huolimatta laitteiston tuomasta suhteellisen vakioidusta valmistusprosessista ja standardit täyttävästä lopputulemasta. Haastateltavan mukaan laitteiston avulla korista voi tehdä myös riisutumman version käyttämällä pienempää halkaisijaa kehämäisissä rakenteissa. Valinnanvaraa on myös ketjujen määrässä. Lisäksi käyttäjä voi päättää missä määrin käyttää valmistuslaitteiston muotteja hyväkseen. Käyttäjä voi siis tehdä osan prosessista laitteiston avulla ja osan vapaasti, omien suunnitelmiensa pohjalta. Haastateltava koki tärkeäksi sen, että laitteiston avulla on mahdollista valmistaa standardit täyttävä maalikori. Lajin harrastajana tällä on suuri merkitys, mutta lajia harrastamattoman kohdalla saattaisi riittää yksinkertaistettu ja kevyempikin malli korista. Koulumaailmassa toteutettuna korin valmistamisen ongelmaksi saattaa nousta materiaali- ja kustannuskysymykset. Standardien mukaisen frisbeegolf -maalikorin toteutus riippuu koulukohtaisista resursseista, sekä ajallisista että rahallisista.

Analyysin pohjalta voidaan todeta valmistuslaitteiston täyttäneen sille asetetut laatutavoitekriteerit melko kattavasti. Koska valmistuslaitteisto linkittyy oleellisesti myös tutkielman toiseen vaiheeseen, teimme valmistuslaitteistoon haastattelussa ilmenneiden epäkohtien pohjalta korjaavat toimenpiteet, jotta valmistuslaitteisto olisi toiminnaltaan entistä toimivampi kokonaisuus. Näin ollen valmistuslaitteisto toimisi myös ohjaavan materiaalin tukena tarkoituksenmukaisemmin sekä koko frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessista voitaisiin saada kattavampi ja toimivampi kokonaisuus.

## **4 Osa 2. - OHJEMATERIAALIN LAATUTAVOITETEOREEMAN MÄÄRITTELY JA TESTAAMINEN**

### **4.1 Ohjemateriaalin eksistenssiehtojen määrittely**

Yläkoulun käsityössä oppilaiden käsityötaitojen oppimista, suunnittelua ja yhteisöllistä työskentelyä voidaan tukea pedagogisesti erilaisilla työ- ja vuorovaikutustavoilla. Käsityön ohjaus voi pitää sisällään niin yksilö-, ryhmä- kuin myös yhteistyötapoja. Työtapojen valinnalla kannustetaan oppilaita osallisuuteen, aktiivisuuteen ja itseohjautuvuuteen. Keskeistä on huomioida oppilaiden erilaiset tarpeet ja edellytykset käsityön oppimisen kannalta ja valita käytettävät oppimisympäristöt, työvälineet, työtavat ja työtehtävät sen mukaisesti. (Opetushallitus 2014.) Taitavan opettajan tai kouluttajan tulisi hallita useita opetuksen lähestymistapoja ja menetelmiä, sekä kyetä valitsemaan niistä tarkoituksenmukaiset ja osata käyttää niitä monipuolisesti niistä lähtökohdista ja niillä resursseilla, jotka hänellä on käytettävissään (Mäkitalo & Wallinheimo 2012, 31).

Tukeakseen oppilaan itseohjautuvaa työskentelyä edellyttää frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteisto tuekseen laitteiston käyttöä tukevaa dokumentaatiota sekä myös oppimista edesauttavaa ohjausmateriaalia. Näiden materiaalien on kyettävä avustamaan oppilasta frisbeegolf -maalikorin toteuttamisessa ilman opettajan jatkuvaa läsnäoloa sekä ohjausta ja tukea. Toisin sanoen menetelmien ja materiaalin avulla oppilaan tulisi kyetä itsenäisesti toteuttamaan maalikorin valmistusprosessin eri vaiheet sekä etenemään työssään loogisesti. Opettajan tehtäväksi jää tällöin oppilaan avustaminen sekä perehdyttäminen maalikorin valmistusprosessissa tarvittaviin tietoihin, käsityötekniikoihin sekä teknologiseen perusosaamiseen.

Maalikorin valmistusprosessin ohjemateriaalin eksistenssiehtoja määriteltäessä tulee huomiota kiinnittää erilaisiin oppijoihin. Erilaisia oppijoita on monenlaisia, eivätkä kaikki opi samalla tavoin. Esimerkiksi jotkut ovat visuaalisia oppijoita, jotkut auditiivisia oppijoita ja toiset voivat olla kineettisiä oppijoita (Järvilehto 2014, 158). Jotkut ovat hyviä sisäistämään lukemansa asiasisällön, kun taas toiset oppivat enemmän mallisuoritusten ja

tekemisen kautta. Oppiminen on yksilöllistä ja erilaisten oppimisstrategioiden käyttö on erilaista eri oppijoilla (Koli & Silander 2002, 79). Tässä suhteessa ohjemateriaalin tulisi huomioida nämä erilaiset oppijat ja kyettävä palvelemaan mahdollisimman hyvin erilaisia ja eriasteisia käyttäjiä. Jotta suurempien, pidemmän aikavälin tavoitteiden saavuttaminen ja tulevaisuuden visioiden toteuttaminen olisi mahdollista, tulisi kohti määränpäättä edetä askel kerrallaan pienempien, selkeästi rajattujen ja määriteltujen osatavoitteiden kautta. (Kallio 2016, 133.)

Ohjemateriaalin perusta ja eksistenssiehtojen muodostamisen lähtökohta ovat nostettavissa maalikorin valmistuslaitteistosta. Valmistuslaitteistolle on luotava prosessi, oppimisen alusta tai ohjaava menetelmä, jonka tukemana oppilas kykenee oppimaan maalikorin valmistuksen valmistuslaitteiston avulla.

Edellä esitetyn pohjalta ohjemateriaalin eksistenssiehdot voidaan tiivistää seuraavasti:

- materiaalin avulla oppilaan tulisi kyetä toteuttamaan maalikorin valmistusprosessin eri vaiheet sekä etenemään työssään loogisesti
- materiaalin avulla oppilaan tulisi kyetä etenemään maalikorin valmistusprosessissa itsenäisesti
- materiaalin avulla oppilas kykenee hyödyntämään ja soveltamaan maalikorin valmistuslaitteistoa maalikorin valmistusprosessin eri vaiheissa
- ohjemateriaali on oppimateriaali, jolloin sen tulee ottaa huomioon erilaiset oppijat ja oppimateriaaleille asetettavat tavoitteet

Ohjemateriaalin eksistenssiehdoista voidaan tehdä johtopäätös siitä, minkälaista ohjeistusta maalikorin valmistaminen edellyttää itseohjautuvasti valmistuslaitteiston avulla. Edellä mainittu prosessi edellyttää valmistuslaitteiston käyttöohjeiden dokumentointia, ohjeita maalikorin valmistusprosessin etenemisestä sekä tekniset tiedot maalikorin materiaaleista, mittaohjeistoista sekä suunnittelusta. Johtopäätöksenä tätä prosessia tukee parhaiten valmistuslaitteistolle ja valmistusprosessille laadittu monimuotoinen ohjemateriaali. Ohjemateriaalin etuna on myös se, että oppilas on tällöin suhteellisen riippumaton opettajan tuesta ja ohjauksesta. Ohjemateriaalin tuottamisessa



on huomioitava, että oppijat ovat erilaisia. Ohjemateriaalin tulee välittää tietoa eri menetelmin kuten kuvin, tekstein ja myös mallisuorituksin. Ohjemateriaalin on myös sisällettävä työturvallisuuden kannalta oleelliset dokumentoinnit.

## **4.2 Ohjemateriaalin laatutavoitekriteerien määrittely**

Ohjemateriaalin laatutavoitekriteereiden muodostamisen lähtökohtana voidaan pitää sitä, että muodostettava materiaalin on sovelluttava perusopetuksen käyttöön ja materiaalin keskeisenä tavoitteena on toimia oppimisen välineenä. Näin ollen ohjemateriaali on suunniteltava yhtäläisin kriteerein perusopetuksessa käytettävien opetus- ja oppimateriaalien kriteereiden kanssa. Lisäksi eksistenssiehtoihin nojautuen, ohjemateriaalin on tuettava oppilaan itseohjautuvaa tuottamistoimintaa frisbeegolf –maalikorin valmistusprosessissa.

### **Itseohjautuvuus ja itseohjattu oppiminen**

Itseohjautuvuus nivoutuu vahvasti sisäisen motivaation käsitteeseen. Decin ja Ryanin (2017) itseohjautuvuusteoriaa voidaan pitää sisäisen motivaation perusteorianä. He näkevät sisäisen motivaation syntyvän kolmesta eri tekijästä, joita ovat kyvykkyys, vapaaehtoisuus sekä yhteenkuuluvuus. Decin ja Ryanin (2017, 649) mukaan vapaaehtoisuus merkitsee sitä, että yksilö kykenee vaikuttamaan omaan toimintaansa, kyvykkyys ilmenee hallinnan tunteena omasta osaamisesta ja yhteenkuuluvuus on puolestaan kokemus hyväksytyksi tulemisesta ryhmän jäsenenä.

Itseohjautuvuus ja itseohjattu oppiminen (englanniksi ”self-regulated learning SRL”, ”self-directed learning SDL”, tai self-planned learning”) ovat käsitteinä hyvin moninaisia ja osittain eri henkilöt määrittelevät käsitteitä hieman eri tavoin. Esimerkiksi Koro (1993, 49) suosii mieluummin käsitettä itseohjattu oppiminen kuin itseohjautuva oppiminen, koska haluaa korostaa kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaista opiskelijan omaehtoista ja aktiivista roolia oppimisprosessissa. Erilaisiin tulkintoihin ja määritelmiin vaikuttavat omalta osin myös se, miltä kantilta itseohjautuvuutta tarkastellaan. Mäkinen (1998, 12) näkee, että mikäli itseohjautuvuutta tarkasteltaessa korostetaan esimerkiksi prosessia,

nähdään tällöin itseohjautuva oppilas kykenevänä suunnittelemaan, toteuttamaan ja arvioimaan omaa kasvu- ja oppimisprosessiaan tilanteen vaatimilla tavoilla joko yksin tai yhteistyössä muiden kanssa.

Itseohjatussa oppimisessa korostuu opiskelijan oma aktiivinen rooli. Mäkisen (1998, 12) mukaan itseohjattu oppiminen merkitsee sitä, että opiskelijalla on ensisijainen vastuu omasta kasvu- ja oppimisprosessistaan, sen suunnittelusta ja toteutumisesta, tavoitteiden asettelusta ja niiden saavuttamisesta sekä oppimisprosessin edistymisen ja saavutettujen oppimistulosten arvioinnissa. Motivaation ja positiivisen asenteen aikaansaamiseksi opiskelijoille tulisikin tarjota runsaasti mahdollisuuksia työskennellä itsenäisinä oppijoina (Volk 2007, 200).

Oppilaan itseohjattuun oppimiseen voidaan tietoisesti myös vaikuttaa ja sitä voidaan opettaa. Esimerkiksi Kauppinen (2003, 83) mukaan oppilaan itseohjautuvuutta voidaan kehittää siihen soveltuvilla opetusmenetelmillä, kuten esimerkiksi itseohjautuvat oppistehtävät, parityöskentely, tiimityö ja työryhmät, projektityöt sekä yhteistoiminnallinen oppiminen. Käsitöitä tarkasteltaessa Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2016, 432) mukaan oppilaita kannustetaan osallisuuteen, aktiivisuuteen ja itseohjautuvuuteen esimerkiksi yksilö-, ryhmä- ja yhteisöllisillä työtavoilla. Oppilaan oppimisen kannalta keskeisimpiä tavoitteita käsityön oppimisessa ovat oma-aloitteinen sekä itseohjautuva käsityön tuottamistoiminnan oppiminen (Metsärinne 2005, 11).

Metsärinteen (2003, 11) mukaan itseohjautuva tai itseohjattu -termi teknisen työn kontekstissa saattaa luoda virheellisen mielikuvan siitä, että oppilaiden oppiminen olisi opettajasta riippumatonta toimintaa. Vaikkakin oppilas toimii aktiivisesti tiedon rakentajana, tulee opettajan tarvittaessa tarjota tukea oppilaiden oppimisprosessissa ja ohjata oppilaan oppimista esimerkiksi vahvistaen tämän ajatuksia ja mielipiteitä. Opetuksessa tulee myös ottaa huomioon, että opiskelijoiden kyky opiskella itsenäisesti vaihtelee ja että opiskelijoiden yksilöllisyyden ja erilaisuuden vuoksi opetus- ja opiskelumuotojen tulee olla mahdollisimman monipuolisia (Pirkkalainen 2006, 128).

## **Erilaiset oppimateriaalit**

Nykypäivän oppilaat elävät teknologisesti välitetyssä maailmassa (Stabile & Ershler 2015, 36). Teknologinen ajankuva näkyy myös oppimateriaalien kehityksessä. Teknologian myötä, kuva ja ääni nousevat tekstin rinnalla oppimateriaaleissa sisällön välittämisen keskeisiksi muodoiksi (Tossavainen 2015, 187–188). Painettujen oppikirjojen lisäksi yhä enemmän on tarjolla useammanlaisia digitaalisia aineistoja ja myös tutkimus digitaalisista materiaaleista ja opetusmenetelmistä on kasvamaan päin (Hiidenmaa 2015).

Yleisellä tasolla oppimateriaalien kehitys on edennyt koko ajan teknologian myötä, korostaen muun muassa digitalisaation tuomia näkökohtia ja hyötyjä. Fyysisten oppikirjojen määrä on koko ajan vähentynyt – sen sijaan digitaaliset oppikirjat lisääntyvät koko ajan, samoin kuin ylipäättään digitaalinen oppimateriaali. Digitaalisten oppimateriaalien hyödyntämistä ja käyttämistä perustellaan yhteiskunnallisen sekä teknologisen kehityksen muutostrendeillä ja yleisemminkin digitaalisuuden tai digitaalisen oppimisen edistämisellä (Kankaanranta 2015, 12). Kommersin (1996, 1) mukaan tulevaisuuden kansalaiset ovat riippuvaisia tiedotusvälineistä, jotka ympäröivät heitä töitä tehdessään, viestiessään sekä laajentaessaan tietämystään, ja että median integroiminen koulun elämään ei enää ole vapaaehtoista, vaan välttämätöntä.

Se, että lähestulkoon jokaisella oppilaalla on suora pääsy älypuhelimensa kautta internettiin, tarjoaa yleisesti ottaen aivan uudenlaisen ulottuvuuden opetusmateriaalien käytössä ja hyödyntämisessä. Opetusteknologian ei pidä kuitenkaan saada oppimista tuntumaan vain hetkellisesti helpolta ja hauskalta, vaan sen on kyettävä vahvistamaan oppilaan pitkäaikaista kiinnostusta ja myönteistä sitoutumista tehtävään ja opittavaan asiaan (Vauras, Kinnunen & Salonen 2006, 248).

Tutkimusta painetun ja digitaalisen oppimateriaalin vaikutuksesta oppimiseen on tehty toistaiseksi melko vähän. Oppimateriaalien muodon sijaan tärkeämpää on tuottaa oppimista tukevia sisältöjä tavalla, joka tuottaa parhaan oppimistuloksen. Nykypäivän

oppimateriaalit syntyvät yhteistyössä opettajien, oppilaiden ja asiantuntijoiden kesken. (Sankila 2015b, 26.)

Opetuksen keskeiset tavoitteet, opetussisällöt sekä arviointiohjeet ovat kaikki lähtökohtaisesti johdettavissa perusopetuksen opetussuunnitelmasta. Opetuksessa käytettävät oppimateriaalit ovat puolestaan se välineistö, jossa opetussuunnitelman ohjeet ja säädökset konkretisoituvat. (Ruuska 2015b, 43.) Opetus- ja oppimateriaalien kirjo on nykypäivän opetuskäytössä varsin laaja ja teknologian kehittyessä uudet välineet ja sovellukset mahdollistavat yhä monimuotoisempien opetus- ja oppimateriaalien käytön opetuksen tukena. Tulevaisuuden oppimateriaaleille tyypillisiä piirteitä tulevat olemaan kuvallisuus, vuorovaikutteisuus, eikä materiaali voi olla pelkästään tekstikeskeinen, vaan oleellinen opetussisältö on pystyttävä ilmaisemaan ymmärrettävästi ja tarkoituksenmukaisesti visuaalisen viestinnän keinoin (Tossavainen 2015, 189–190).

### *Kirjallinen oppimateriaali*

Perinteisen oppikirjan tietoa voidaan pitää jokseenkin vakioituna ja rajattuna tietona, sillä se on usein valtavasta massasta koottua, jäsennettyä ja punnittua tietoa. Informaatiotulvan aikakautena lineaarisesti etenevällä oppimateriaalilla on oma sijansa sekä käyttöfunktionsa, erityisesti heikosti lukevien ja kirjoittavien oppijoiden kannalta. (Tarkoma 2015, 146.) Saarisen (2002, 46) mukaan painetun materiaalin käyttöliittymä on lisäksi helppokäyttöinen, -lukuinen sekä tehokas, ja että navigointi painetun kirjan sivuilla on yksinkertaista ja helppoa. Perinteisen oppikirjan puolesta puhuu myös koulujen vaihtelevat ja usein rajalliset mahdollisuudet käyttää tieto- ja viestintätekniikkaa opetuksen välineenä. Painetun oppimateriaalin haasteiden voidaan nähdä liittyvän enemmänkin kirjan käytettävyyteen tuotteena kuin sen sisällön laatuun ja monipuolisuuteen. (Tarkoma 2015, 146.) Saarisen (2002, 46) mukaan painetussa tekstissä voidaankin esimerkiksi vaikeaselkoinen ja teorettinen tieto esittää täsmällisesti ja tarkasti. Painetun oppikirjan kohdalla on hyvä eritellä toisistaan termit käyttöliittymä ja käytettävyyys. Käyttöliittymä viittaa tässä yhteydessä kirjan fyysiseen käytettävyyteen lukijan kannalta sekä käytön miellyttävyyteen, kun taas käytettävyyys liittyy ennemminkin

materiaalin käytön monipuolisuuteen. Painettu kirja ei ole yhtä lailla saatavilla eri alustoille kuin sähköinen materiaali.

### *E-oppimateriaali/ sähköinen oppimateriaali*

Sähköinen oppimateriaali voidaan määritellä usealla eri tavalla ja sitä koskeva termistö on myös laaja. Yleisimmin käytettyjä käsitteitä tässä yhteydessä ovat elektroninen oppimateriaali, e-oppimateriaali, digitaalinen oppimateriaali tai verkko-oppimateriaali. Yhteistä näille kaikille on se, että materiaali on käytettävissä tietokoneen tai muun teknisen laitteen avulla. (Ekonoja 2014, 58–59.) Sähköisen oppimateriaalin etuna on, että niitä voidaan muunnella ja niiden sisältöjä kehittää, korjata ja täydentää (Kallio 2015, 259). Niissä tulee kuitenkin tarkkaan miettiä, tuoko toteutus mukanaan jotain lisäarvoa vai onko kyseessä pelkästään teknisen osaamisen esitleminen (Rintala 2002, 75; Tossavainen 2015, 196). Turunen (2011, 64) mainitsee opiskelukulttuurin murroksen, joka tapahtuu parhaiten teknologian avustamana eikä sen ehdoilla, ja että laitteiden tarjoamat työtavat, pedagogiset ratkaisut sekä opiskelun uudet muodot tulisi sovittaa mielekkäästi yhteen.

Sähköistä oppimateriaalia voidaan pitää selkeästi mieluisampana opetuksen apuna sekä opettajille että oppilaille. Vaikka erilaiset oppimateriaalityypit tuovat useita yhteisiä hyötyjä opetukseen, tuo sähköinen oppimateriaali mukanaan monia sellaisia asioita, joihin perinteinen painettu oppimateriaali ei pysty. Sähköinen oppimateriaali onnistuu oppilaiden motivoinnissa paremmin, vaikkakin yläkouluikäisten kohdalla tässä on havaittavissa selkeitä haasteita. (Ekonoja 2014, 181; Sakomaa 2015, 116). Hiltzin (1995, 252) mukaan verkkomateriaalien kehittämisessä huomioitavaa on se, että ne tukisivat mahdollisimman hyvin oppijan oppimisprosessia. Tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämiseen opetuskäytössä liittyy kuitenkin paljon haasteita, koska niiden yhteydessä liikutaan monenlaisella eri tasolla. Vainio (2002, 32) mainitsee haasteina esimerkiksi tekniset ratkaisut, yksittäisen ohjelman valinnan, oppimisalustan valinnan, pedagogisen kehittämisen sekä yleisesti henkilöstön osaamisen. Useissa tutkimuksissa on ilmennyt, että opettajat näkevät korkeatasoisen oppimateriaalin puutteen yhtenä

keskeisenä ongelmana esimerkiksi tietotekniikan opetuskäytössä (Ilomäki 2005, 9; Saarinen 2002a, 45, Piipari 2002b, 175).

Sähköisen oppimateriaalin kehittämisessä yksi keskeisimmistä asioista on toimivan käyttöliittymän luominen. Meisalon, Sutisen ja Tarhion (2000, 40) mukaan vuorovaikutuksessa tietokoneen kanssa oleellista se, miten joustava ja miellyttävä kyseinen käyttöliittymä on. Heidän mukaansa kömpelö käyttöliittymä vaatii kaiken huomion käyttäjältään, kun taas käyttäjäystävällisyys vapauttaa päähuomion ongelmanratkaisuun tai inhimilliseen vuorovaikutukseen.

Henkilökohtaisuus ja yksilöllisyys ovat aspekteja, jotka ovat vaikuttamassa oppimateriaalien suunnitteluun. Digitaalisten oppimateriaalien etuna on se, että ne mahdollistavat sekä yksilön huomioimisen, että ohjaamisen. (Sankila 2015a, 255.) Vaikkakin yksilöiminen luo opettajuudelle lisää haasteita ja vaatimuksia, johtaa se parhaimmillaan todelliseen opettamis-, oppimis- ja opiskelunautintoon (Pirilä 2006, 55). Tekniikan avulla on lisäksi mahdollista saada ja tuoda opetukseen lisää didaktista joustoa (Haasio & Haasio 2008, 45).

### *Oppimisaihiot*

Oppimisaihiot voidaan määritellä monikäyttöisiksi, rajatun sisällön tai toiminnan kokonaisuuksiksi (Opetushallituksen työryhmä 2006, 10; Keränen & Penttinen 2007, 270). Ne voivat koostua yksittäisistä ja kompakteista multimedia- tai hypermediapohjaisista oppimateriaalipalasista tai opetusohjelmista. Oppimisaihioita voidaan käyttää erilaisissa oppimisprosesseissa sekä oppimisprosessin eri vaiheissa. (Silander & Koli 2003, 67.) Oppimisaihioiden voidaan katsoa tuovan opettamiseen ja oppimiseen joustavuutta, sillä niiden avulla on mahdollista räätälöidä yksittäiselle oppilaalle vaivattomasti hänen tietojaan ja taitojaan vastaavia oppimiskokonaisuuksia (Jaakkola, Nirhamo, Nurmi & Lehtinen 2012, 12).

Oppimisaihioille ei ole määriteltävissä ideaalikokoa tai ideaalimuotoa. Oppimisaihioiden pedagoginen arvo syntyy niiden yhteydestä käytössä oleviin oppimisympäristöihin eli

opetus–oppimisjärjestelyihin. Opetuksen suunnittelussa on huomioitava, että oppimisasihioita ja perinteisiä oppimateriaaleja ei tule tarkastella toisiaan poissulkevinä, vaan pikemminkin toisiaan täydentävinä. (Jaakkola, Nirhamo, Nurmi & Lehtinen 2012,13.) Oppimisasihioita voidaan luokitella eri tyyppeihin esimerkiksi käyttötarkoituksen, kohderyhmän, käyttäjien, formaatin tai vaikeustason mukaan. Tämän jaottelun mukaan erilaisia oppimisasihioita ovat arviointiaihiot, harjoitusohjelma-aihiot, tietolähdeaihiot, sanastoaihiot, opasaihiot, kokeiluaihiot, toiminta-aihiot ja työvälineaihiot. (Jaakkola, Nirhamo, Nurmi & Lehtinen 2012 ,14–19.)

Frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteiston ja ohjemateriaalin muodostama kokonaisuus voidaan käyttötarkoituksensa ja sisältönsä perusteella luokitella oppimisasihioksi. Ohjemateriaalin on pidettävä sisällään tarvittavat käyttöohjeet valmistuslaitteiston avulla tapahtuvaan työskentelyyn, dokumentoidut ohjeet maalikorin valmistusprosessin etenemisestä sekä teknisiä tietoja maalikorin materiaaleista ja mittaohjearvoista työn suunnittelun tueksi.

### **Hyvän oppimateriaalin suunnittelu**

Oppimateriaalien suhteen on huomioitavaa, että ne perustuvat tekijöidensä käsityksiin siitä, millä sisällöillä, millä tiedollisilla rakenteilla sekä millä työtavoilla ja missä järjestyksessä oppiminen on tehokkainta (Kansanen & Uusikylä 2005, 220). Hyvin laadittujen oppimateriaalien avulla voidaan kuitenkin tehokkaasti tukea oppilaan itseohjautuvaa oppimisprosessia. Hilmolan (2009, 42) mukaan valmiit oppimateriaalit edesauttavat opettajaa oppimisprosessin eriyttämisessä ja yksilöimisessä. Hän näkee, että opettajan käyttäessä valmiita tai itse laatimiaan tehtäviä on välttämätöntä, että oppilasta on ohjeistettu siitä, mitä hänen tulee oppia, mitä tehdä, mistä alkaa ja mitä materiaaleja on käytettävissä. Materiaalien avulla paitsi jäsennetään oppimisprosessin etenemistä, mutta myös ennakoidaan mahdollisia oppimisessa eteen tulevia ongelmia (Kiviniemi 2000, 47). Ihanteena hyvälle oppimateriaalille on, että se osaltaan tulee asiantuntijamaisen tietokäsityksen syntymistä (Paavola, Ilomäki, Lakkala 2005, 42). Hyvän oppimateriaalin yksi tunnusmerkki on myös havainnollisuus. Kuten Ruuska

(2015, 23) asian ilmaisee, on havainnollisuus valttia kaikessa ilmaisussa ja merkitystä on myös sillä, miten asiat rinnastetaan, mihin niitä verrataan.

Opetuksessa voidaan käyttää moninaisia oppimateriaalityyppejä, mutta opetuksen ja oppimisen kannalta keskeisessä asemassa ovat selkeästi käytetyn oppimateriaalin laatu ja opettajan toiminta. Laadukkaassa oppimateriaalissa yhdistyvät ennen kaikkea sisältö, pedagogiset näkökohdat sekä luettavuus. On sanomattakin selvää, että oppimateriaalin tietosisällön oikeellisuus, kattavuus ja virheettömyys ovat keskeisellä sijalla materiaalin laadun kannalta. (Ekonoja 2014, 181–184.) Laatua ei voida ilmaista yksiselitteisesti vaan se voidaan nähdä hyvin monimuotoisena. Laatu voi olla esimerkiksi hyvyyttä tai erinomaisuutta, virheettömyyttä, tarkoituksenmukaisuutta, tai kehittämistä. (Nurkka & Tervonen 2007, 7.) Kuusisto (2013, 41) näkee laatutyön tarkoittavan opetustoimessa tulevaisuuden kehityssuunnan tietoista valintaa sekä systemaattisia toimia sinne pääsemiseksi.

Toisaalta motivaatiota oppimiseen voidaan vahvistaa opetusmenetelmiä monipuolistamalla (Kankaanranta 2015, 11), joten ei voida ajatella, että yksinomaan korkealaatuinen oppimateriaali tuottaisi hyviä oppimistuloksia. Motivaatiolla on osoitettu olevan selkeä yhteys oppimiseen (Kauppila 2003, 42; Tynjälä 2002, 107–108; Parikka 1990, 28–32), joten voidaankin esittää, että yksi hyvän oppimateriaalin laatukriteeri on sen moninaisuus ja moniulotteisuus. Esimerkiksi sähköisen oppimateriaalin laadukkuutta tukee se, kuinka monipuolisesti sitä voidaan käyttää erilaisilla ohjelmistoilla, sillä monipuolinen käytettävyys tukee oppilaiden itsenäistä opiskelua. Sähköisen oppimateriaalin rakenteen ja käyttöliittymän suunnittelussa tulee pyrkiä siihen, että käytettävä alusta on oppijalle edes jokseenkin entuudestaan tuttu. Täysin vieraan käyttöliittymän opettelu vie ylimääräistä aikaa opetuksesta ja opiskelusta. (Ekonoja 2014, 181–185.)

Painetun oppimateriaalin yksi haasteista on se, että monipuolisten tehtävien tekeminen on haastavaa eikä esimerkiksi havainnollistavia videoita ole mahdollista hyödyntää. Tämän mahdollistamiseksi painetun oppimateriaalin lisänä olisikin hyvä tarjota sähköistä lisämateriaalia, joka voi olla hyödynnettävissä esimerkiksi internetin kautta. Sähköisen



oppimateriaalin etuna on mahdollisuus hyödyntää vuorovaikutteisuutta ja interaktiivisuutta. Hyvillä vuorovaikutustyökaluilla on mahdollista pitää helpommin yllä oppilaan motivaatiota. (Ekonoja 2014, 185.) Ei kuitenkaan ole mielekästä pohtia sitä, käytämmekö kirjaa vai sähköisiä tiedonvälitysmenetelmiä, sillä painettu materiaali tai muu tiedonvälityskanava ei ole toisiaan poissulkevia vaihtoehtoja, vaan niitä voi mainiosti käyttää rinnakkain täydentämään toisiaan (Häkkinen 2002, 87).

Tekninen toimivuus on yksi sähköisen oppimateriaalin ehdottomista edellytyksistä. Materiaalin tulee toimia virheettömästi erilaisilla laitteistoilla ja ohjelmistoilla kuten erilaisilla käyttöjärjestelmillä ja internet-selaimilla. Huomioon on otettava myös materiaalin skaalautuvuus erikokoisille näytöille, kuten älypuhelimille ja tableteille. (Ekonoja 2014, 185.)

Sähköisen oppimateriaalin laadukkuus määräytyy eri tekijöiden mukaan. Yksi määrittävä tekijä on se, voidaanko materiaalia käyttää joustavasti oppilaan osaamisen tason, kiinnostuksen ja tarpeiden mukaan. Laadukkuus riippuu myös siitä, tukeeko materiaali yhteisöllistä sekä pitkäkestoista työskentelyä ja aktivoiko se oppijan ajattelua. Laadukkuuteen vaikuttaa lisäksi se, keskittyykö materiaali opittavan ilmiön ydinasioihin ja tukeeko se oppimisen taitojen kehittymistä. Laadukkaan sähköisen oppimateriaalin on oltava teknisesti helppokäyttöistä ja sen on kyettävä tukemaan pedagogisia ja sisällöllisiä tavoitteita. (Ilomäki 2004, 10.)

Tulevaisuuden oppimateriaalien sekä niiden laadun tarkastelussa ei oleellisinta kuitenkaan ole julkaisuformaatti vaan se, millaisen taitojen sekä sisältöjen oppimisen mahdollisuuksien avaruuden oppimateriaali mahdollistaa, sekä miten hyvin oppimateriaali tukee mielekkäiden oppimispolkujen muodostumista tähän avaruuteen. Oleellisiksi seikoiksi nousevat sisällön laatu, ajantasaisuus sekä sisällön pedagogisesti tarkoituksenmukainen esittäminen. Yksilölliset oppimispolut sekä yhteisöllisyys näyttävät ainakin olevan keskeisiä tulevaisuuden pedagogiikan elementtejä. Molempia edellä mainittuja voidaan tukea sekä painetulla että sähköisillä oppimateriaaleilla. (Tossavainen 2015, 196.)

### **Frisbeegolf -maalikorin ohjemateriaalin laatutavoitekriteerit**

Frisbeegolf –maalikorin ohjemateriaalin laatutavoitekriteerit voidaan nostaa edellä käydystä teoriakatsauksesta erilaisiin oppimateriaaleihin ja hyvän oppimateriaalin suunnittelun keskeisiin periaatteisiin. Taulukkoon 3 on koottu frisbeegolf -maalikorin ohjemateriaalin keskeiset laatutavoitekriteerit.

Kriteerit koostuvat hyvälle oppimateriaalille yleisesti sovellettavissa olevista laatutavoitekriteereistä kuin myös frisbeegolf -maalikorin ohjemateriaalin sisältöön liittyvistä laatutavoitekriteereistä. Hyvän oppimateriaalin kriteerien toteutuminen muodostaa perustan laadukkaan oppimateriaalin tuottamiselle ja ovat siten myös sovellettavissa frisbeegolf -maalikorin ohjemateriaalin tuottamisprosessiin.

**Taulukko 3. Maalikorin ohjemateriaalin tavoitteet laatutavoitekriteereineen.**

| <b>TAVOITE</b>  | <b>LAATUTAVOITEKRITERI</b>  |
|---|---|
| <b>VALMISTUSLAITTEISTON KÄYTTÖÄ TUKEVA OHJEISTUS</b>        | Ohjeet välineistön asennuksesta ja välineistön käytöstä   |
| <b>FRISBEEGOLF -MAALIKORIN VALMISTUSPROSESSIN OHJEISTUS</b> | Avustaa prosessin suunnitteluvaiheessa (tarvittavat materiaalit, työvälineet, käsityötekniikat sekä oppimisympäristöt)<br>Avustaa perehtymisessä (ennen valmistusprosessia) sekä avustaa prosessin aikana |
| <b>MATERIAALITEKNISET TIEDOT JA MITTAOHJEARVOT</b>          | Keskeiset tiedot standardien mukaisen frisbeegolf-maalikorin materiaalilaaduista, materiaalimääristä sekä ohjeelliset mitta-arvot   |
| <b>LINEAARISUUS</b>   | Oppimateriaali edesauttaa heikosti lukevien ja kirjoittavien oppilaiden oppimista   |
| <b>TOIMIVA KÄYTTÖLIITTYMÄ</b>                               | Vapauttaa päähuomio ongelmanratkaisuun sekä inhimilliseen vuorovaikutukseen.<br>Keskeistä käyttöliittymän joustavuus ja miellyttävyys   |
| <b>HELPPOKÄYTTÖISYYS</b>                                    | Oleellinen tieto on saatavilla käyttäjälle helposti ja nopeasti.  |
| <b>ITSEOHJAUTUVAN OPPIMISPROSESSIN TUKEMINEN</b>            | Oppimateriaali kykenee avustamaan ja ohjaamaan oppilasta omassa työskentely-prosessissaan itsenäisesti ja riippumattomasti opettajan tuesta   |
| <b>HAVAINNOLLISUUS</b>                                      | Tiedollisten sisältöjen esittäminen monipuolisesti esimerkiksi, kuvia, piirroksia, ääntä ja videoita apuna käyttäen   |
| <b>MONIPUOLINEN KÄYTETTÄVYYS</b>                            | Materiaalin käytettävyys erilaisilla alustoilla ja erilaisissa käyttötilanteissa  |
| <b>TEKNINEN LAADUKKUUS</b>                                  | Materiaalin tekninen käytettävyys ja teknisen suorituskvyn virheettömyys  |
| <b>OPPIMISEN LAADUKKUUS</b>                                 | Oppimateriaalin kyky tukea yhteisöllistä ja pitkäkestoista työskentelyä, aktivoida oppijan ajattelua ja tukea erilaisia oppimisen tapoja.   |

Taulukon 3. kolme ensimmäistä laatutavoitekriteeriä voidaan luokitella frisbeegolf -maalikorin ohjemateriaalin sisältöön liittyviksi laatutavoitekriteereiksi. Nämä kriteerit ovat subjektiivisesti muodostettuja sisältökokonaisuuksia. Kriteerien muodostamiseen on vaikuttanut tekijöiden arvio siitä, minkälaista ohjeistusta frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteisto edellyttää, jotta oppilas kykenee hyödyntämään valmistuslaitteistoa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessissa. Niin ikään on arvioitu niitä tietoja ja sisältöjä, joita oppilas tarvitsee kokonaisen frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin toteuttamiseen. Ollakseen toimiva ja tarkoituksenmukainen, tulee ohjemateriaalin minimissään täyttää edellä esitetyt ohjemateriaalin laatutavoitekriteerit.

#### **4.3 Ohjemateriaalin suunnittelun teoretisointi**

Oppimateriaalin tekeminen on kokonaisuudessaan prosessi, joka etenee sisällön suunnittelusta toteutukseen ja valmiin materiaalin julkaisuun (Keränen & Penttinen 2007, 166). Oppimateriaalin laadinnan kannalta on keskeisintä, että materiaali sisältää tarvittavat tiedot frisbeegolf -maalikorin valmistukseen, ohjeet valmistuslaitteiston osien käyttämiseen, sekä muun oleellisen informaation valmistusprosessiin liittyen.

Kuten laatutavoitteissa johdimme, erilaiset oppijat oppivat eri tavoin erilaisista oppimateriaaleista. Yhteistä hyville oppimateriaaleille on se, että ne ylläpitävät kiinnostusta ja motivaatiota sekä tukevat oppimisen tavoitteita ja erilaisia tapoja oppia (Korhonen, Sokratous & Tamminen 2015, 32). Esimerkiksi eräissä tutkimuksissa on havaittu, että etenkin lukihäiriöisille sekä erityistä tukea tarvitseville oppilaille painettu oppikirja on sopivampi kuin sähköinen oppikirja (Tossavainen 2015, 191). Toisaalta oppilaat, joiden kielitaidossa on ongelmia tai joilla on ongelmia luetun ymmärtämisen kanssa hyötyvät oppimateriaalista, jossa yhdistellään, tekstiä, kuvaa, ääntä ja videota (ks. esim. Kaisla, Kutvonen-Lappi & Kankaanranta 2015, 78). Täten onkin perusteltua pyrkiä laatimaan materiaali, joka palvelisi erilaisia oppijoita mahdollisimman monipuolisesti.

Koska frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessi on kaikkineen erittäin laaja prosessi, on lähestulkoon mahdotonta ilmentää kaikkea tarvittavaa informaatiota eri työvaiheista, valmistuslaitteiston käytöstä tai tarvittavista materiaaleista ja työvälineistä ilman, että

yhdistellään sekä kuvallista että sanallista ohjeistusta. Lisäksi kuvien sekä sanallisen tekstin käyttö yhdessä tukevat erilaisia oppimistyyliä. Kaikki oppijat eivät opi samaa strategiaa käyttäen, vaan oppimistyyli vaihtelevat usein todella paljon (Saarinen 2002b, 128). Oikeanlaisella kuvien sekä muiden mediaelementtien käytöllä on positiivinen vaikutus niin ikään opittavuuteen, että oppimiseen, esimerkiksi eräiden tutkimusten perusteella ihminen oppii 10% lukemalla, 15% kuulemalla ja 80% kokemalla (Saarinen 2002b, 127).

Edellä kuvatut elementit mahdollista yhdistää myös videossa. Sanallisuus voidaan videossa muuttaa myös auditiiviseen muotoon. Koska frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessi on fyysistä tekemistä laitteiden ja koneiden parissa, sekä oppimisympäristössä toimivat samaan aikaan monet eri opiskelijat työstökoneiden kanssa nostaan opetustilan yleisen melutason melko korkealle, on auditiivisen sisällön kuunteleminen esimerkiksi kesken valmistusprosessin todella haastavaa. Lisäksi videosta painetun materiaalin tuottaminen esimerkiksi tulostamalla on mahdotonta. Täten pelkän videon laatiminen pelkästään ei vastaa laatutavoitteitamme.

Edellä mainituista seikoista voidaankin edelleen johtaa, että materiaalin tulee koostua painetusta materiaalista, joka ilmentää valmistusprosessia, ja että painettua materiaalia tukemaan voidaan lisäksi laatia videomateriaalia, joka tukee ja täsmentää painettua materiaalia. Videoita voidaan käyttää oppimateriaalissa asioiden elävöittämiseen, tarinan kerrontaan sekä havainnollistamiseen, ja video voidaan myös linkittää ja sisällyttää oppimateriaaliin (Keränen & Penttinen 2007, 197). Linkkien avulla voidaan tarjota nopeita polkuja taustatietoihin. Videota voi lisäksi hyvin katsella milloin tahansa, mobiililaitteella missä tahansa, ja käyttäjä voi pysäyttää sen ja katsoa vaikeasti ymmärrettävän asian, kuinka moneen kertaan tahansa. (Tossavaisen 2015, 188–190.) Yksittäisen tv-välineen käyttö voi lisäksi auttaa oppilasta aktiivisempaan ja itsenäisempään oppimisprosessiin kuin mihin hän muuten pystyisi (Veermans & Tapola 2006, 73). Asiantuntijamaisen käsitykseen tiedosta liittyy, että sama asia osataan esittää monelta kannalta, liitettynä eri yhteyksiin ja erilaisin välinein. On parempi, jos sama asia voidaan esittää monella eri tavalla. (Paavola, Ilomäki, Lakkala 2005, 46.) Opittavien

asioiden ja ilmiöiden ymmärtämistä voidaan tukea, kun esitysmuodot tukevat toisiaan (Nurmi 2005, 61).

Oppimateriaalin laatiminen erilaisilla tietokoneavusteisilla sovelluksilla tarjoaa mahdollisuuden tulostaa tai printata oppimateriaali myös painetuksi versioksi. Täten materiaalin käytön suhteen olisi mahdollista tarjota monipuolisemmat vaihtoehdot. Materiaalin valmistuksessa, sekä ennen kaikkea materiaalin käytössä, tulisi kiinnittää huomiota myös käytettävään alustaan, jotta materiaalin käyttö erilaisilla alustoilla ja käyttölaitteilla olisi mahdollisimman monipuolista. Oppimateriaalin yhteen toimivuuden varmistaminen erilaisissa järjestelmissä mahdollistaa mielekkäiden oppimiskokonaisuuksien rakentamisen (Nokelainen 2002, 85–86). Myös materiaalin skaalautuvuus tulee ottaa huomioon, sillä erilaiset laitteet skaalaavat tietoa eri tavalla. Esimerkiksi puhelin, tablet-tietokone, videotykki sekä tietokone skaalaavat eri tavalla.

Jotta painettu materiaali olisi havainnollinen ja ennen kaikkea selkeä, on perusteltua, että oppimateriaali laaditaan tietokoneavusteisella ohjelmalla. Koska oppimateriaali edellyttää niin kuvallista materiaalia kuin tekstiäkin, tulee sähköinen sovellus tai sovellutus – jolla materiaali laaditaan – valita niin, että se tukee molempien käyttöä monipuolisesti. On välttämätöntä, että oppimisympäristö on käyttöliittymältään intuitiivinen, oppimateriaalin rakenne on helposti hahmotettavissa ja opastetoiminnot tapauskohtaisesti saatavilla (Nokelainen 2002, 85). Havainnollisuuteen sekä käyttöliittymän miellyttävyyteen voidaan keskeisesti vaikuttaa täten materiaalin ulkoasulla. Ulkoasu ja visuaalinen ilme tulee suunnitella niin, että materiaali olisi mahdollisimman selkeä ja helppolukuinen. Helppolukuisuuteen vaikuttaa esimerkiksi käytetty fontti ja fontin koko suhteessa materiaalin fyysiseen kokoon, fontin väri suhteessa taustaväriin, sekä tekstien asemointi, rajaukset ja tasaukset (Piipari 2002).

Havainnollisuuteen kytkeytyy oleellisesti myös materiaalin lineaarisuus. Materiaalin lineaarisuuteen vaikuttaa se, miten ja missä järjestyksessä työvaiheet ilmoitetaan oppimateriaalissa. Täten frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin eri vaiheet tulee ilmentää ja miettiä lineaariseen järjestykseen niin, että valmistaminen etenee mahdollisimman loogisessa ja tarkoituksenmukaisessa järjestyksessä (Liite 31 ja 32).

Valmistusvaiheet ovat kaikkineen melko laajoja ja monivaiheisia, joten materiaalin tulee havainnollisuutensa kannalta pohtia, missä määrin informaatiota annetaan. Tehtävät kannattaa pilkkoa pienempiin kohtiin niin, että jokaiseen tulee vain yksi tehtävänanto, yksi käsky tai kehoitus tehdä jotain (Ruuska 2015a, 23). Pienikin työvaihe voidaan myös ilmentää hyvin monella kuvalla ja ilman tekstiä, tai vaihtoehtoisesti yhdellä kuvalla ja kattavammalla tekstiosuudella. Kuva harvoin on ilman tekstiä, vaan kietoutuu aina jollain tavalla tekstiin (Koivikko 2015, 151). Ihmiset ymmärtävät sekä oppivat asian paremmin sanoista ja kuvista yhdessä kuin vain pelkistä sanoista (Kuisma 2013, 16).

Otetut kuvat on aina käsiteltävä kuvankäsittelyohjelmalla, ennen kuin niitä voidaan käyttää oppimateriaalissa (Keränen & Penttinen 2007, 176). Jotta kuvista ilmenisi mahdollisimman informatiivisesti oleellinen tieto, tulee kuvien otossa kiinnittää huomiota niin kuvien laatuun, rajaukseen, väriin sekä valotukseen (Piipari 2002a, 190–194). Yleensä jokaiselle kuvalle tehdään perussäädöt, kuten juuri rajauksen tarkistaminen, sävynkorjailu ja terävöitys, jotta kuva olisi julkaisukelpoinen (Keränen & Penttinen 2007, 180). Kuitenkaan ratkaisevaa oppimateriaalissa ei ole kuvan tekninen laatu vaan sisältö (Tarkoma 2015, 141). Kuvauslaitteen valinnalla sekä laitteen tuennalla voidaan oleellisesti vaikuttaa kuvien laatuun. Huomiota tulee kiinnittää myös kuvan fyysiseen kokoon. Kuvien koko ja määrä vaikuttavat kuitenkin merkittävästi oppimateriaalin laajuuteen sekä fyysiseen kokoon.

Käsityöluokka ei oppimisympäristönä ole kovinkaan puhdas. Koska korin valmistus edellyttää metallien käsittelyä sekä työstömenetelmiä, joista irtoaa paljon likaa ja esimerkiksi ruostetta, joka tarttuu niin käsiin kuin yleisesti erilaisille opetustilan pinnoillekin, tulee materiaalin olla luonteeltaan sellainen, että lika ei joko tartu materiaaliin tai lika on puhdistettavissa materiaalista. Edellä mainituista seikoista johtuen materiaali ei voi täten olla paperinen. Täten esimerkiksi oppimateriaalin teettäminen kirjaksi ei tule kysymykseen. Koska materiaalin tekninen laadukkuus ja tätä kautta materiaalin muokattavuus pyritään takaamaan myös tulevaisuudessakin, nidottu teos hankaloittaisi päivitysten sekä korjausten teon valmiiseen oppimateriaaliin. Jos kirjassa havaittaisiin virhe, epäkohta tai kehittämistarve, tulisi koko teos painaa uudelleen. Täten materiaalin tulisi olla luonteeltaan sellainen, että korjauksia ja päivityksiä voidaan

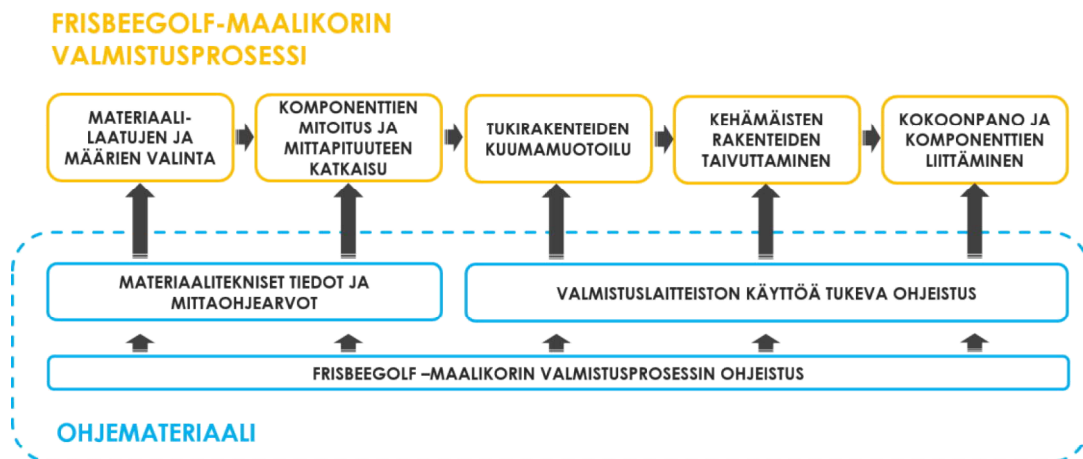
toteuttaa myös tulevaisuudessakin, ja että virheen voi korjata materiaalissa esimerkiksi vaihtamalla vain yhden sivun koko teoksen sijaan.

Keskeisessä roolissa materiaalin toimivuuden kannalta on myös se, kuinka helppoa materiaalissa on navigoida ja löytää haluttu tieto. Esimerkiksi oppimateriaalin navigointilinkkien sijainti, toimivuus ja informaatio ovat käytettävyyden kannalta oleellisia tekijöitä (Keränen & Penttinen 2007, 167). Jotta navigointi painetussa materiaalissa olisi helpompaa ja selkeämpää, tulisi materiaalissa olla jonkinlainen navigointia helpottava järjestelmä. Täten jonkinlainen sisällysluetteloon perustuvaa ohjesivu on materiaalissa hyvä olla, jonka avulla tarvittava tieto on helpommin löydettävissä. Navigointia voidaan edesauttaa myös erilaisilla otsikoinneilla ja jaotteluilla, esimerkiksi informaatiota voidaan jaotella samojen aihealueiden alle. Esimerkiksi tekstin lukemista näytöltä voidaan helpottaa käyttämällä lyhyitä kappaleita, selkeitä otsikoita sekä hyödyntämällä erilaisia luetteloita (Keränen & Penttinen 2007, 170).

Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin edesauttaminen edellyttää myös ohjeistusta tarvittavista materiaaleista ja materiaalien määristä sekä pituuksista. Nämä ohjeelliset arvot ja määrät tulee niin ikään sisällyttää ohjemateriaaliin. Mitta-arvoja materiaalissa ei voida ilmoittaa täsmällisesti. Taivutusten toteuttaminen edellyttää, että tangoissa tulee olla taivutusvaraa, koska esimerkiksi kehämäisten renkaiden taivutuksessa tangon päät eivät taivu samalla tavalla kuin muu tanko. Täten vastaavan kaltaisten osien mitta-arvot eivät voi olla mittatarkkoja, vaan ottavat huomioon myös taivutusvarat.

Kuvio 5. havainnollistaa miten ohjemateriaali linkittyy maalikorin valmistusprosessiin ja sen eri vaiheisiin. Valmistuslaitteiston keskeinen tehtävä on tukea valmistusprosessin kolmea viimeisintä vaihetta, kun ohjemateriaalilla puolestaan tuetaan koko valmistusprosessia.





**Kuvio 5. Ohjemateriaalin yhteys frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessiin.**

Ohjemateriaalin materiaalitekniset tiedot ja mittaohjearvot linkittyvät maalikorin valmistusprosessin kahteen ensimmäiseen vaiheeseen. Koska valmistusprosessin kolmea viimeistä vaihetta edesautetaan valmistuslaitteistolla, tulee ohjemateriaalista löytyä myös valmistuslaitteiston käyttöä tukeva ohjeistus. Kokonaisuudessaan ohjemateriaalin tulee lisäksi tukea koko valmistusprosessia.

Kuten aiemmin määriteltiin, sisältää frisbeegolf -maalikori tuottamiskohteena sekä mallioppimiselle, teknisten sisältöjen oppimiselle, että prosessioppimiselle tyypillisiä piirteitä. Ohjemateriaalin materiaalitekniset tiedot ja mittaohjearvot linkittyvät vahvasti mallioppimiseen, sillä käyttäjälle on annettu valmiit tiedot tuotteen suunnittelun tueksi. Yhteys prosessioppimiseen muodostuu puolestaan siitä, että sekä tuottamisen että oppimisen tavoitteena ovat selkeät päämäärät, joihin vaikuttavat käytettävissä olevien teknologioiden, tekniikoiden sekä materiaalien rajoitukset.

#### 4.4 Ohjemateriaalin testaus valmistamalla

Ohjemateriaalin valmistuksessa kuvaavaa oli, että eri vaiheita jouduttiin pyörittelemään useaan otteeseen. Materiaaleista ensin toteutettiin sähköinen materiaali (Liite 30), jota muokkaamalla ja päivittämällä pyrittiin ensin saamaan mahdollisimman looginen ja lineaarinen aikajana frisbeegolf -maalikorin eri vaiheiden toteutukselle. Valmiista esityksestä painetun version printtaaminen pienin hienosäädöin oli helpompaa.

Kirjallisen materiaalin pohjalta valmistimme videomateriaalin. Koko ohjemateriaalin suunnittelu ja valmistus pohjautuivat tutkielmamme teoreettisiin perusteisiin ja laatutavoitteisiimme.

### **Materiaalin ulkoasu**

Ohjemateriaalin valmistuksessa päädyimme hyödyntämään Microsoftin PowerPoint -ohjelmaa. PowerPoint -ohjelman etuja ovat mm. valmiit rakenne- ja ulkoasumallit, sekä mahdollisuus tekstin, grafiikan ja kuvien yhdistelyyn (Keränen & Penttinen 2007, 159). Ohjelmasta voidaan myös yksinkertaisesti tulostaa materiaali painettuun muotoon. PowerPoint -ohjelma toimii useilla eri alustoilla ja materiaali skaalautuu automaattisesti käytetyn laitteen mukaan. Tämän lisäksi koostimme myös videomateriaalin, joka yhdessä PowerPoint -materiaalin kanssa täydentäisi ja tukisi frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia mahdollisimman hyvin. PowerPoint -ohjelma tarjoaa loistavan alustan myös sen takia, että materiaali on muokattavissa niin painetuksi/tulostetuksi materiaaliksi yksinkertaisesti, sekä lisäksi esitystä voidaan myös käyttää sähköisesti. Kumpaakin ominaisuutta voidaan täydentää ja muokata edellytyksiensä mukaan niin, että ne mahdollisimman hyvin palvelevat käyttäjiänsä.

Koska paperinen ohjemateriaali ei oppimisympäristön vaatimusten mukaan tullut kysymykseen, päädyimme ratkaisemaan ongelman laminoimalla koko painetun ohjemateriaalin, jotta materiaali hylkii paremmin likaa sekä olisi puhdistettavissa. Lisäksi laminointi vahvistaa oleellisesti painetun materiaalin fyysistä kestävyyttä ja näin ollen pidentää materiaalin käyttöikää. Myös materiaalin korjaaminen tai päivittäminen on huomattavasti helpompaa, sillä täydennys voidaan korjata ohjelmassa vaadittavaan sivuun ja tämä kyseinen sivu yksinään laminoida. Täten koko materiaalia ei tarvitse uusia korjauksen tai päivityksen yhteydessä.

Fyysiseltä olomuodoltaan päädyimme painetun materiaalin suhteen A4-kokoon. Tässä kokoluokassa kuvien ja tekstin fyysisen koko olivat suhteessa selkeämmät verrattuna esimerkiksi A5-kokoon. Sen sijaan A3 olisi taas käytettävyytensä puolesta ollut melko




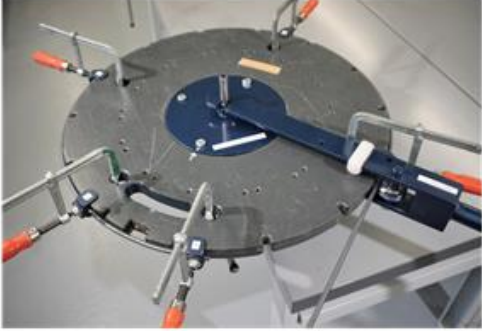
hankala. Materiaali laitettiin kansioon, jotta sivut pysyvät järjestyksessä, materiaali kestää paremmin käyttöä ja jotta päivitysten tekeminen on ylipäättään mahdollista.

A4-kokoa päädyimme käyttämään pystysuunnassa vaakasuunnan sijaan. Tämä pohjautui täysin siihen, että vaakasuuntaisessa paperissa kuvan ja tekstin informatiivinen yhdistely oli huomattavasti hankalampaa kuin pystysuuntaisessa. Asemoinnin suhteen oli loogista, että kuva sijoitettiin sivun yläosaan ja alle sijoitettiin täydentävä teksti. Kuvamateriaalissa pyrimme kuvien selkeyteen ja informatiivisuuteen. Jotta kuvat olisivat mahdollisimman selkeitä ja tarkoituksenmukaisia, rakensimme studio-olosuhteiden kaltaiset puitteet, jotta saisimme mahdollisimman laadukasta kuvamateriaalia. Kuvien taustalla käytimme kuvaukseen tarkoitettua valkoista taustapaperia. Kuvauspöytä valaistiin kuvausvalojen avulla. Kamerana käytimme järjestelmäkameraa, johon konsultoimme valokuvaukseen erikoistunutta henkilöä oikeiden kameran asetusten aikaansaamiseksi. Kamera asetettiin kamerajalustaan, jotta kuvista saataisiin mahdollisimman selkeitä. Näissä olosuhteissa saimme kuvattua kaikki kuvat valmistuslaitteistomme osista, suuren osan niiden käyttöön liittyvistä kuvista, sekä valmistettavista osista. Työvaiheisiin liittyvät kuvat olivat mahdotonta ottaa näissä olosuhteissa, joten ne otettiin erikseen työvaiheiden edellyttämissä paikoissa. Lopuksi kaikki kuvat käytiin vielä tietokoneella läpi, kuvien laatu ja informatiivisuus varmistettiin, tarvittaessa kuva uusittiin ja lisäksi kuvat vielä käsiteltiin kuvankäsittelyohjelmalla mahdollisimman hyvän laadun aikaansaamiseksi. Lopuksi opetusmateriaalissa kuviin vielä lisättiin visuaalisia tekijöitä täydentämään informaation välittymistä, esimerkiksi lisäämällä erilaisia nuolia ja viivoja korostamaan selityksiä.

Sanallista ohjeistusta muokkasimme useaan eri otteeseen. Ensin laadimme koko frisbeegolf -maalikorin valmistuksen kaikkine vaiheineen valmistuslaitteistomme avulla sanalliseen muotoon Microsoft Word -tiedostoon. Tämän pohjalta rakensimme varsinaisen PowerPoint -esityksen, jossa tekstiä jatkojalostettiin ja muokattiin kuvien yhteyteen sopivaksi ja niin, että ne tukisivat yhdessä mahdollisimman hyvin maalikorin valmistusprosessia. Teksti pyrittiin luomaan selkeäksi, kuvaavaksi ja virheettömäksi. Materiaalin alkuun sisällytimme sisällysluettelon, saatesanat sekä tarvittavat materiaalit, niiden määrät ja tarvittavat tiedot ja taidot selkeyttämään mitä materiaali vaatii ja pitää

sisällään. Oleellisia, erityishuomiota vaativia kohteita korostimme tekstistä erilaisin tehostein, kuten kursivoiden ja lihavoiden.

Fyysiseltä ulkoasultaan päädyimme käyttämään mustaa tekstiä valkoisella pohjalla. Teksti on näin ollen helppolukuista, sekä kuvat erottuvat selkeämmin valkoiselta kuin värilliseltä pohjalta. Painetussa materiaalissa päädyimme käyttämään kaksipuolisia tulosteita, sillä näin ollen materiaali saataisiin sivumäärällisesti puolitettua. Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessi pyrittiin saamaan mahdollisimman lineaariseen järjestykseen. Kukin prosessin erillinen vaihe rajattiin omaksi kappaleekseen. Jokaisen kappaleen alkuun sijoitimme informaatiota tarvittavista välineistä, työturvallisuudesta ja muista oleellisista seikoista (Kuva 3). Työvaiheet pyrittiin selittämään tarkasti, kuitenkin pohtien myös kuvien ja sivujen fyysistä määrää. Materiaalin loppuun sijoitimme osaluettelon valmistuslaitteistomme osista, sekä osion, jossa selitetään yksityiskohtaisesti valmistuslaitteiston eri osien käyttökuntoon laittamisen. Lisäksi lisäsimme materiaaliin erilaisia havainnekuvia väreillä korostaen osoittamaan lukijalle mitä frisbeegolf -maalikorin osaa ollaan kussakin vaiheessa valmistamassa (Kuva 3).

|   |  |
|---|--|
| <p>5. KORIOSA</p>   <p>Sisällysluettelo</p> | <p>5.1 KORIN KANNAKE</p> <p><b>Tarvikkeet:</b></p> <p>14kpl 51cm pyörötangon pätkiä (joko 8mm tai 10mm paksuja). Kaikki (14kpl) kuitenkin saman paksuisia.</p> <p>Taivutusmuotti I (1.).</p> <p>Asetyleeni – happi -poltin sekä yhdellä kädellä käytettävä pajavasara.</p> <p>Pyörötangoista kannattaa hiomalla hieman pyöristää jokaisen tangon toista päätä. Tämän pyöristetyn pään on tarkoitus mennä taivutusmuottiin – paikkaan mistä ensimmäinen taivutus aloitetaan tekemään.</p> <p><b>Työturvallisuus:</b></p> <p>Käytä kuumennettaessa hitsaushanskoja, kasvo-/ silmäsuojusta sekä kuulosuojaimia. Kiinnitä erityistä huomiota kun käsittelet kuumia kappaleita.</p> |
| <p>5.1 KORIN KANNAKE</p>  <p>Video: <a href="#">Korin kannakkeet</a></p> <p>Sisällysluettelo</p>                           | <p>5.2 KORIN YLIN TUKIRENGAS</p>  <p>5. Kun jokaisessa reiässä (5kpl) on puristintuet ja puristimet, irrota ensimmäisen reiän puristin ja puristintuki.</p>  |

Kuva 3. Frisbeegolf -maalikorin ohjemateriaali – sähköinen versio.

## Navigoitavuus

Painetussa materiaalissa navigointia helpottamaan lisäsimme kansioon välilehtiset, joiden avulla lukijan voi helposti havaita sisällysluetteloa yhdessä hyödyntäen, mistä haluttu työvaihe tai tieto on löydettävissä.

PowerPoint -ohjelmana tarjoaa paljon erilaisia mahdollisuuksia navigoinnin helpottamisen tueksi. Sähköiseen esitykseen lisäsimme siirtymät, joiden avulla lukijan on

helppo liikkua materiaalissa (Kuva 3). Esimerkiksi sisällysluettelon otsikkoa painamalla esitys siirtyy suoraan kyseiseen työvaiheeseen. Kunkin työvaiheen loppuun sijoitimme painikkeen, jonka avulla lukija pääsee helposti yhdellä klikkauksella takaisin sisällysluetteloon (Kuva 3).

## **Videomateriaali**

Videomateriaali oli helposti toteutettavissa painetun ohjemateriaalin pohjalta. Koska työvaiheet oli pohdittu painettuun materiaaliin jo loogiseen järjestykseen ja työvaiheisiin, oli videon kuvaaminen selkeää ja johdonmukaista. Koska työvaiheet edelleen edellyttivät kuvaamista opetustiloissa, ei videomateriaalia voinut myöskään täysin tuottaa studio-olosuhteissa.

Videon kuvaamisessa käytimme kuvausjalkaa sekä kuvausvaloja. Videokuva pyrittiin rajaamaan niin, että vain oleellinen olisi kuvassa. Myös kuvaustaukoihin pyrimme kiinnittämään huomiota, jotta videosta kaikkineen tulisi mahdollisimman selkeä ja informatiivinen. Kuvatut videoklipit editoitiin ja käsiteltiin tietokoneella, tarvittaessa videopätkä uusittiin ja klipeistä koostettiin opetusmateriaalia täydentävä kokonaisuus. Ääniraitaa videoon ei lisätty, vaan oleellisimpia seikkoja lisättiin videoon tekstimuodossa. Videot ladattiin nettiin, jotta kirjalliseen opetusmateriaaliin voidaan asettaa navigoinnin helpottamiseksi linkit videoihin. Painetussa materiaalissa linkit korvattiin QR-koodeilla, jotta videot olisivat mahdollisimman helposti toistettavissa ja löydettävissä sähköisille laitteille.

## **Itseohjaava materiaali**

Koko materiaalin laadinnassa – ulkoasussa, kuvissa ja sanallisessa ohjeistuksen koonnissa – pyrimme itseohjautuvuuteen. Ohjeistukset kuvattiin niin, että lukija voisi mahdollisimman hyvin materiaalin avulla toteuttaa työvaiheet sekä tarvittavat toimenpiteet itseohjautuvasti ilman opettajan tai ohjaajan tukea, kuitenkin työturvallisuus ja muut oleelliset aspektit huomioiden. Oppimisen kannalta on kuitenkin tehokkainta,

mikäli ohjemateriaalimme kaltainen opasaihio pystytään integroimaan muiden oppimateriaalien ja opetuksen kanssa.

Ohjemateriaalista tuli fyysisesti melko laaja kokonaisuus (Liite 30). Tarkoitus ei kuitenkaan ole se, että materiaalin käyttäjä lukee ohjemateriaalin kerralla kannesta kanteen. Ideana on se, että ohjeistus ja perehtyminen kuhunkin työvaiheeseen sekä konkreettinen tekeminen vuorottelevat valmistusprosessin edetessä. Opetuksen kannalta tällainen vuorotteleva etenemisprosessi tarjoaa hyvän lähtökohdan opetuksen tavoitteiden ja sisältöjen vaiheittaiselle läpikäymiselle. Oppimisen kannalta vahvuus piilee siinä, konkreettinen harjoittelu seuraa teoreettiseen tietämykseen perehtymistä.

#### **4.5 Tutkimuskysymykset – osa 2.**

Tutkielman 1. osassa muodostettu valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreema sekä 2. osan ohjemateriaalin laatutavoiteteoreema muodostavat frisbeegolf -maalikorin oppimisaihioksi määritellyn kokonaisuuden. Tutkielman toisessa osassa pyritään määrittelemään oppimisaihion soveltuvuus sekä maalikorin valmistusprosessiin, että maalikorin valmistukseen peruskoulun käsityössä. Määrittely tapahtuu testaamalla ohjemateriaalin laatutavoiteteoreema todellisessa käyttökonektistissa eli frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin yhteydessä sekä tutkimalla käsityönopettajien näkemyksiä maalikorin oppimisaihion toimivuudesta peruskoulun käsitöissä.

Tutkielman 2. osan tutkimuskysymykset ovat:

##### **2. Tutkimuskysymys**

*Miten valmistuslaitteiston ohjemateriaalin laatutavoiteteoreema toimii käsityön aineenopettajaopiskelijoiden toteuttamassa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessissa valmistuslaitteiston avulla?*

### 3. Tutkimuskysymys

*Miten käsityön aineenopettajat kokevat frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion toimivuuden peruskoulun käsitöissä?*

#### 4.6 Oppimisaihion laatutavoiteteoreeman testauksen määrittely

Oppimisaihion laatutavoiteteoreeman testauksessa lähtökohta on tutkia miten ja kuinka hyvin ohjemateriaali soveltuu frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia ohjaavaksi tukimateriaaliksi. Lisäksi testauksessa arvioidaan ohjemateriaalin kykyä edesauttaa maalikorin valmistuslaitteiston käyttöä.

Ohjemateriaalin testauksessa käytetään laadullista arviointiprosessia, jossa käyttäjä toteuttaa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin oppimisaihion avulla. Ohjemateriaalin laadullisessa arviointiprosessissa käyttäjän haastattelu muodostaa aineiston, jonka keskeisiä näkökohtia verrataan ennalta määriteltuihin laatutavoitekriteereihin. Aineiston avulla arvioidaan missä määrin ennalta määritellyt kriteerit toteutuvat. Ohjemateriaalin laatutavoiteteoreeman testauksen haastattelukysymykset muodostettiin ohjemateriaalin laatutavoitekriteereiden mukaisesti. Jokaista kriteeriä vastasi haastattelussa yksi kysymys.

Testattavia laatuominaisuuksia ovat valmistuslaitteiston käyttöä tukevan ohjeistuksen laadukkuus, maalikorin valmistusprosessin ohjeistuksen laadukkuus, ohjemateriaalin materiaalitekhnisten tietojen ja mittaohjeiden kattavuus ja informatiivisuus, ohjemateriaalin lineaarisuus, käyttöliittymän toimivuus, ohjemateriaalin helppokäyttöisyys, ohjemateriaalin kyky tukea itseohjautuvaa oppimisprosessia, ohjemateriaalin havainnollisuus, ohjemateriaalin käytettävyyden monipuolisuus, ohjemateriaalin tekninen laadukkuus sekä ohjemateriaalin avulla tapahtuvan oppimisen laadukkuus.

Tutkielman toisen vaiheen aineisto kerättiin haastattelun sekä havainnoinnin avulla. Haastateltavana oli kaksi Turun yliopiston opettajankoulutuslaitoksen, Rauman



kampuksen käsityön aineenopettajaopiskelijaa, jotka testasivat tutkielmassa tuotetun oppimisaihion käytännön tilanteessa. Haastateltavien valikoitumiseen vaikutti oleellisesti se, että heiltä löytyi sekä aikaa että mielenkiintoa toteuttaa koko frisbeegolf -maalikorin tuottamisprosessi. Kummaltakaan henkilöistä ei löytynyt aiempaa kokemusta frisbeegolf -maalikorin valmistamisesta. Näin ollen voidaan arvioida todellisemmin esimerkiksi oppimisaihion itseohjautuvuutta.

Ohjemateriaalin ja samalla koko oppimisaihion toimivuutta ja soveltuvuutta koulukontekstissa arvioidaan asiantuntijahaastattelujen avulla. Asiantuntijoina toimivat tässä tapauksessa peruskoulun käsityönopettajina toimivat henkilöt, jotka kykenevät oman ammattitaitonsa ja kokemuksensa pohjalta arvioimaan, millä tavalla oppimisaihio soveltuu peruskoulun käsityön opetukseen ja mitkä oppimisaihion mahdolliset hyödyt ovat opetuksen tavoitteiden kannalta. Ensimmäinen haastateltava oli toiminut 12 vuotta käsityönopettajana sekä ala- että yläkoulun käsitöissä. Toinen haastateltava oli toiminut pääsääntöisesti yläkoulun käsityönopettajana, yhteensä 15 vuotta.

Asiantuntijahaastattelussa haastateltavilta kysyttiin yhteensä kymmenen kysymystä. Neljä kysymystä käsitteli frisbeegolf -maalikori -oppilastyön soveltuvuutta peruskoulun käsityön opetukseen opetussuunnitelman sisältöjen ja tavoitteiden näkökulmasta. Kahdella kysymyksellä pyrittiin selvittämään, minkälaisena oppilastyönä frisbeegolf -maalikori näyttäytyy opettajan ja oppilaan näkökulmista tarkasteltuna ja niin ikään kaksi kysymystä käsitteli sitä, mille kohderyhmälle oppilastyönä toteutettava frisbeegolf -maalikori olisi sovellettavissa. Asiantuntijoilta tiedusteltiin myös näkemystä valmistuslaitteiston käytettävyydestä sekä koko oppimisaihion toimivuudesta käsityön opetuksessa.

Kaikki haastattelut olivat luonteeltaan puolistrukturoituja teemahaastatteluja (Liite 2 ja Liite 3). Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin aineiston analyysia varten. Tutkimusaineisto analysoitiin teorialähtöisen sisällönanalyysin avulla.

Havainnoinnin eli observoinnin avulla voidaan kerätä tietoa siitä, toimivatko ihmiset todella niin kuin sanovat toimivansa (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Koska

valmistusprosessissa käytetään tutkijoiden itse tuottamaa materiaalia, on tutkielman havainnoinnissa pyritty objektivistiseen tarkasteluun. Objektivismilla tarkoitetaan sellaista selittämistä, jossa tutkimuskohdetta tarkastellaan ikään kuin ulkoapäin, puolueettoman päältä katsojan näkökulmasta (Eskola & Suoranta 2005, 17).

Yksi merkittävä observoinnin apuväline on videokamera. Videolle voidaan tallentaa äänen lisäksi eleet, ilmeet sekä liikkeet, jotka ovat niin ikään merkittäviä tutkittaessa ihmisten toimintaa. Ihminen ei kykene havainnoimaan ja muistamaan kaikkea näkemäänsä sekä kuulemaansa. Havainnointitilanteessa katse on yleensä valikoiva ja informaatiotulva on niin suuri, että tilanteiden tallentaminen videolle on enemmän kuin järkevää. Videointi on siinäkin mielessä tarkoituksenmukaista, että havainnoitsijan ei tarvitse koko ajan tehdä muistiinpanoja, vaan keskittyminen voi olla tilanteen tarkkailussa tietäen, että aineistoon voidaan vielä palata myöhemminkin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Observointien sekä haastattelujen avulla voidaan esimerkiksi selvittää oppimateriaalin tehokkuutta, käyttöhalukkuutta sekä edistymisen palautetta (Saarinen 2002b, 130). Tarkkailun ohella haastattelua voidaankin pitää eräänlaisena perusmenetelmänä, joka soveltuu monenlaiseen tilanteeseen (Metsämuuronen 2009, 245).

Ohjemateriaalin laatutavoiteteoreeman testauksessa käytetään sekundäärisenä aineistona lisäksi käyttäjän suorittaman testausprosessin observointia ja siihen liittyvää dokumentointia. Observoinnin avulla pyritään arvioimaan kuinka itseohjautuvasti, johdonmukaisesti ja tarkoituksenmukaisesti käyttäjä selviytyy tuottamisprosessista ohjemateriaalin avulla. Havainnoinnissa käytettiin apuna yhtä videokameraa, jolla tallennettiin molempien testaajien toteuttamat valmistusprosessit. Videotallennuksella haluttiin varmistua siitä, että tekemämme havainnot valmistusprosessien etenemisestä olivat yhdenmukaisia testaajien haastatteluissa tuomien näkökulmien kanssa. Kuvaus toteutettiin käsivaralta, jotta observoinnissa päästiin lähelle observeitavaa kohdetta.

#### **4.7 Tulokset ohjemateriaalin testauksesta**

Ohjemateriaalin testausvaiheessa oli keskeistä selvittää, miten testattavat laatutavoitteet toteutuvat. Testattavia laatutavoitteita olivat ohjemateriaalin lineaarisuus ja käyttöliittymä, helppokäyttöisyys ja itseohjautuvuus, havainnollisuus ja monipuolisuus, ohjemateriaalin tekninen laadukkuus ja oppimisen laadukkuus sekä ohjemateriaalin sisältöön liittyvät laatutavoitekriteerit.

#### **Tulokset ohjemateriaalin lineaarisuudesta ja käyttöliittymästä**

Lineaarisuus on yksi painetun kirjallisen oppimateriaalin vahvuuksista, sillä se edesauttaa etenkin heikosti lukevien oppilaiden kykyä omaksua opittavaa asiaa. Oppimateriaalin käyttäjä ei välttämättä suoranaisesti itse havaitse missä määrin lineaarisuuden ehto toteutuu oppimateriaalissa, mutta observoimalla oppimateriaalin avulla tapahtuvaa työskentelyä voidaan tehdä päätelmiä työskentelyn etenemisen johdonmukaisuudesta ja suoraviivaisesta etenemisestä.

Dokumentoimamme videomateriaalin pohjalta oli havaittavissa, että haastateltavien työskentely eteni vaiheittain ja suoraviivaisesti. Haastateltavat perehtyivät jokaisen osion kohdalla ensin kirjallisiin työohjeisiin sekä havainnollistaviin kuviin ja tämän jälkeen työsuoritusta selventävään videomateriaaliin. Työvaiheisiin ja -ohjeisiin perehtymistä seurasi konkreettinen työskentely, jonka lomassa haastateltavat palasivat aina ajoittain tarkistamaan ohjeista ja videomateriaalista etenivätkö työskentelyprosessissaan ohjeiden mukaisesti.

Haastateltavien itsensä mukaan ohjemateriaalin aineisto tuntui loogiselta ja selkeästi etenevältä, mitä tukee observoinnissa tekemämme havainnot. Ohjemateriaali ohjasi valmistusprosessia siten, että seuraavan työvaiheen kannalta kriittiset työvaiheet toteutuivat ajallisesti ensin.

Ohjemateriaalissa mainitaan kunkin työvaiheen kohdalla mitä materiaaleja kyseinen vaihe edellyttää ja mitä huomioitavaa työskentelyprosessissa on työturvallisuuden

kannalta. Lisäksi ohjemateriaali ohjaa käyttäjää valitsemaan työvaiheen kannalta oikean valmistuslaitteiston osan sekä edesauttaa valmistuslaitteiston osan käyttökuntoon valmistelussa ja käytössä.

Valmistuslaitteiston osien käyttökuntoon laittaminen on selvennetty omassa osiossaan sekä painetussa että sähköisessä ohjemateriaalissa. Vaikka kunkin työvaiheen kohdalla viitataan, mistä työvaiheen edellyttämän valmistuslaitteiston osan ohjeet löytyvät, havaitsimme, että olisi käytön sujuvuuden kannalta selkeämpää, että esimerkiksi sähköisessä materiaalissa olisi linkki, joka ohjaa suoraan tarvittavan valmistuslaitteiston osan ohjeisiin. Näin tarvittavia käyttöohjeita ei tarvitsisi etsiä hakemiston kautta erikseen.

Tiedon etsimisen kontekstissa käyttöliittymällä viitataan siihen kokemukseen, joka käyttäjälle muodostuu tietojärjestelmää käytettäessä (Heimonen 2012, 23). Ideaalitilanteessa käyttäjä ei huomaa edes koko järjestelmää vaan pystyy keskittymään oleelliseen, eli tässä tapauksessa informaation löytämiseen ja sen hyödyntämiseen.

Ohjemateriaalin käyttöliittymää arvioidessaan molemmat haastateltavat totesivat painetun kirjallisen kansion olevan mielekäs käytön kannalta:

*“– – itse kansioversio, eihän sen yksinkertaisempaa... sehän on tosi helppo – –”*  
*“Kansion vahvuudet, se on konkreettinen, tosi helppo plärätä. Selkeä. – –”*

Haastateltavat arvioivat ohjemateriaalin käyttöliittymää kaiken kaikkiaan melko lyhyin sanankääntein. Esille ei noussut ongelmia ohjemateriaalin käytön suhteen, joten voidaankin pohtia, oliko lyhytsanaisuus tässä yhteydessä merkki siitä, että materiaali toimii niin kuin pitikin. Sähköisen ohjemateriaalin kohdalla PowerPoint -alusta oli muodoltaan molemmille entuudestaan tuttu, eikä myöskään sen käytön kohdalla ilmennyt mainitsemisen arvoisia ongelmakohtia.

Sekä painetun ohjemateriaalin että sähköisen ohjemateriaalin käyttöliittymän sujuvuutta lisää se, että molemmat ohjemateriaalit ovat muodoltaan varsin perinteisiä ja näin ollen tuttuja laajalle käyttäjäkunnalle. Painettu ohjemateriaali on nidottu kirjan kaltaiseen muotoon sisällysluetteloineen ja sähköinen ohjemateriaali on identtinen painetun kanssa,

sillä eroavaisuudella, että sähköisessä ohjemateriaalissa on linkit suoria kappaleiden välisiä siirtymisiä varten, sekä myös linkit verkossa sijaitsevaan videoaineistoon qr-koodien sijaan.

Käyttöliittymän testaus ei ole kovinkaan yksinkertaista. Käyttöliittymän laadukkuudesta voidaan sanoa oikeastaan jotain vasta siinä vaiheessa, kun käyttäjälle ilmaantuu ongelmia materiaalin kanssa. Molempien haastateltavien kohdalla pyrimme observoimaan, liittyikö materiaalin käyttöön hankaluuksia, ongelmakohtia tai epäselvyyksiä. Haastateltavien kyky käyttää ohjemateriaalia oli kuitenkin kaikin puolin sujuvaa, joten havaintojen ja haastattelujen pohjalta ei voida esittää, että käyttöliittymä sisältäisi erityisiä haasteita käytettävyyden kannalta. Sen sijaan käyttöliittymän erinomaisuudesta ei voida tutkimusaineiston perusteella tehdä johtopäätöksiä.

### **Tulokset ohjemateriaalin helppokäyttöisyydestä ja itseohjautuvuudesta**

Oppimateriaalin helppokäyttöisyys viittaa viime kädessä siihen, kuinka helposti oleellinen tieto on saatavilla materiaalin käyttäjälle.

Ohjemateriaalikansiossa eri työvaiheet on eroteltu numeroiduilla välilehdillä, joiden numerot vastaavat sisällysluettelon numerointia. Toinen haastateltava koki, että värikoodien mukaan jaetut välilehdet olisivat voineet tuoda lisää selkeyttä ohjemateriaalin eri osioiden välille. Haastateltavat toivat kuitenkin esille, että sisällysluettelo auttoi hyvin navigoidessa eri ohjeiden välillä.

QR -koodien, ja niistä avautuvien videoiden käyttömahdollisuus sai molemmilta haastateltavilta kiitosta ja molemmat kokivat, että mahdollisuus tarkistaa videolta työsuorituksen eteneminen auttoi huomattavasti työskentelyprosessin aikana:

*“Oli todella hyvä, että oli ne qr-koodit ja videot itsessään, kyllä mä ainakin sain niistä todella paljon apua. Ja kyllä me molemmat aina katottiin omilla kännyköillä, että mikä on seuraava työvaihe. Sit katottiin siitä se video ja sitten alettiin vasta tekemään. Että ei alettu sokkona tekemään.– –”*

Sähköinen, PowerPoint -muotoinen ohjemateriaali, jota haastateltavat käyttivät valmistusprosessissaan vähemmän, nähtiin kuitenkin myös käytön kannalta helppona. Toinen haastateltavista koki, että sähköisen materiaalin helppokäyttöisyyttä lisäsi materiaalin tarjoama mahdollisuus suoriin siirtymiin eri sisältöjen välillä linkkien avulla. Ohjemateriaalin laadinnassa keskityttiin vahvasti siihen, että materiaali kykenisi avustamaan oppilaan työskentelyä mahdollisimman itseohjautuvasti. Molemmat haastateltavat kokivat, että tässä suhteessa ohjemateriaali toimi tarkoituksenmukaisesti. Haastateltavat näkivät, että ohjemateriaalin avulla peruskoulun oppilas kykenee varsin omatoimisesti toteuttamaan frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin ilman ohjaajan apua. Tosin parin työvaiheen kohdalla ohjeistukset eivät olleet täysin yksiselitteisiä, jolloin peruskoulun oppilaan olisi luultavammin turvauduttava opettajan apuun työvaiheiden selvittämiseksi.

Vaikka haastateltavat totesivat yhteisesti, että ohjemateriaalin ja valmistuslaitteiston avulla maalikorin valmistaminen on erittäin helppoa ja omatoimista, korostivat he myös sisäisen motivaation merkitystä valmistusprosessin kannalta. Ohjemateriaalin itseohjaavuus ei näiltä osin toteutuisi samalla tavalla taitotasoltaan heikon ja epämotivoituneen oppilaan kohdalla.

### **Tulokset ohjemateriaalin havainnollisuudesta ja monipuolisuudesta**

Informaatiota voidaan esittää monella tavalla. Oppimateriaalien kontekstissa informaation sisäistämisen kannalta keskeisessä roolissa ovat havainnollistavat esimerkit, joilla abstrakti, tekstipohjainen tieto konkretisoidaan. Maalikorin ohjemateriaalissa havainnollisuutta pyrittiin lisäämään yksityiskohtaisin värikuvien sekä työvaiheita opastavien videoiden avulla. Maalikorin tekstipohjaiset ohjeet auttoivat perehtymään kuhunkin työvaiheeseen ja työvaiheiden sisältöihin ja kuvat sekä videot pyrkivät opastamaan työvaiheen konkreettisesti toteuttamisessa.

*“– – Mun mielestä ne [videot] ainakin toimi, siis aina kun katto videon jostakin, niin sen jälkeen ei ollut kyllä ainakaan epäselvää, että miten se piti tehdä”.*

Myös tekemiemme havaintojen perusteella työvaiheita avaavilla videoilla oli suuri vaikutus työskentelyprosessin sujuvuuden ja etenemisen kannalta. Muutamahan otteeseen haastateltavat eivät suoraan ohjemateriaalin lukemisen jälkeen ymmärtäneet, kuinka työvaihe tulisi aloittaa, mutta videon katsominen edesauttoi ohjeiden sisäistämisessä merkittävästi.

Opetuksen toteutustavat, opetustilanteet ja oppimisympäristöt ovat muuttuvia ilmiöitä, jotka asettavat vaatimuksia myös käytetyille oppimateriaaleille. Yksi näistä on oppimateriaalin monipuolisuus ja monipuolinen käytettävyyys. Maalikorin ohjemateriaalin monipuolisen käytettävyyden kannalta ohjemateriaali julkaistiin sekä painetussa kirjallisessa kuin myös sähköisessä muodossa. Sähköisessä materiaalissa monipuolisuutta lisäsi edelleen se, että materiaali on hyödynnettävissä monenlaisilla päätelaitteilla, kuten puhelimilla, padeilla ja tietokoneilla – offline tai online -tilassa. Haastateltava näki ohjemateriaalin vahvuutena sen käytettävyyden monipuolisuuden. Hänen mukaansa painettu kirjallinen materiaali on ehkä käytettävyydeltään miellyttävämpi vaikkakin nuorempi sukupolvi saattaa puolestaan suosia mobiililaitteilla käytettävää oppimateriaalia. Haastateltavan mielestä sähköisen materiaalin etuna on se, että se on jaettavissa isommallekin ryhmäkoolle ja materiaaliin on mahdollista tutustua verkkoversiona paikasta riippumatta, esimerkiksi kotoa käsin. Haastateltavan mukaan painettu materiaali toimii kuitenkin tietyissä käyttötilanteissa paremmin, kuten esimerkiksi työstökoneiden äärellä. Mobiililaitteiden ja tietokoneiden vieminen likaisiin työskentelytiloihin ei syystä ole kovin mielekästä.

### **Tulokset ohjemateriaalin teknisestä laadukkuudesta ja oppimisen laadukkuudesta**

Ohjemateriaalin suunnitteluvaiheessa erityisen tärkeiksi kriteereiksi nousivat sekä materiaalin tekninen laadukkuus ja sisällöllinen virheettömyys. Tekninen laadukkuus ilmenee materiaalin käyttäjälle virheettömänä suorituksena ja sisällöllinen virheettömyys tarkoittaa puolestaan oppimateriaalin tietosisällön paikkansapitävyyttä ja relevanttiutta. Käyttäjän on helppo arvioida teknisen laadukkuuden toteutumista oppimateriaalista, mutta sen sijaan sisällöllisiä virheitä on vaikea havaita, sillä oppimateriaalin käyttäjälle sisällöt ovat usein täysin uutta asiaa.

Haastateltavien suorittama oppimisaihion testijakso kesti kaksi kokonaista työpäivää. Testijakson aikana ei haastateltavien mukaan ilmennyt minkäänlaisia teknisiä ongelmia ohjemateriaalin käytön suhteen, emmekä myöskään kyenneet havaitsemaan poikkeavuuksia materiaalin toimivuudessa.

Ohjemateriaalin tietosisällöllistä virheettömyyttä voidaan arvioida vain sen perusteella, kykeneekö ohjemateriaali avustamaan frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessissa sekä valmistuslaitteiston käytössä. Koska ohjemateriaalin sisältämä informaatio on tekijöiden luomaa ja koostamaa, ei informaatiota voida verrata, ainoastaan arvioida sen laadukkuutta välinearvon kautta.

Tutkimusaineistosta ilmeni, että molemmat haastateltavat uskoivat oppimateriaalin tukevan hyvin oppimisen yhteisöllisyyttä. Frisbeegolf -maalikori nähtiin hyvänä esimerkkinä käsityötuotteesta, jonka ympärille on helppo rakentaa ryhmätyöskentelyä ja yhteisöllistä toimintaa:

*“– – Sit toi yhteisöllisyys, tuli heti ekana mieleen semmonen, että jos mä olisin käsityönopeuttaja, niin mä teettäisin oppilaillani koulun käyttöön näitä koreja. Jos koulun pihalla olis vaikka semmoisia sopivia paikkoja. Niinkun välituntitekemistä varten. ja sit oppilaat pystyis tekemään sinne omalle koululle. Niin mun mielestä, mikä sen parempaa yhteisöllisyyttä olis kun se, että... ..sillonhan tää materiaali ehdottomasti tukee sitä yhteisöllisyyttä ja antaa mahdollisuuksia siihen. – –”*

Niin ikään esille nousi materiaalin kyky tukea oppilaan pitkäkestoista työskentelyä. Haastavana tuotteena frisbeegolf -maalikorin toteuttaminen peruskoulussa on aikaa vievä prosessi, mutta haastateltavien mukaan oppimisaihion avulla maalikori olisi mahdollista toteuttaa joko syys- tai kevätlukukauden aikana.

Oppijan ajattelua aktivoiva sisältö ja erilaisten oppimisen tapojen tukeminen ovat tunnusomaisia piirteitä laadukkaalle oppimateriaalille. Maalikorin oppimisaihio sisältää yksityiskohtaiset ohjeet sekä valmistuslaitteiston käytöstä, että maalikorin valmistusprosessista. Valmiit ohjeet eivät tutkimusaineistomme mukaan johda kuitenkaan ajattelun passivoitumiseen:



*”– – jos sen lähtee yrittään silleen, tai sillä ajatuksella, että opettajalta ei kysytä neuvoa, niin silloin se pakottaa ajattelemaan ite tai siis... Että mitä mikäkin tarkoittaa ja missäkin. Mun mielestä se jopa monesti enemmän, mitä se, että sä, vaikka sä ite suunnittelisitkin jonkun työn, mutta todennäköisesti silloin kysyis paljon helpommalla opettajalta aika vapaasti, että miten tää tehtävä pitäis tehdä. – –”*

Haastateltavien mukaan ohjeista huolimatta työskentely edellytti merkittävää keskittymistä ja kykyä pohtia työvaiheita valmistusprosessin aikana. Ohjeistukset auttavat oppilasta ikään kuin perehtymään oppimisen kohteena olevan aiheen sisältöön ja määrittävät reunaehdot oppimisen ilmiölle.

### **Tulokset ohjemateriaalin sisältöön liittyvistä laatutavoitekriteereistä**

Yksi keskeisistä ohjemateriaalin sisältöön liittyvistä laatutavoitekriteereistä on materiaalin kyky avustaa ja ohjeistaa maalikorin valmistuslaitteiston käyttöä. Valmistuslaitteisto on viime kädessä se välineistö, jonka avulla maalikorin valmistusprosessin haastavat työvaiheet on mahdollista toteuttaa. Tutkimusaineistosta selvisi, että ohjemateriaali avustaa käyttäjää ongelmitta valmistuslaitteiston välineistöön perehtymisessä.

*”– – sen huomaa, että kun niitä välineitä kattoi niin ei siitä olis niinkun, ilman ohjetta ei olis yhtään tiennyt mitä milläkin tehdään. Mut mun mielestä ohjeen kanssa, en muista, että olis tullut yhtään semmosta tilannetta, että ei tietäis jostain palikasta, että mitä varten se on”.*

*”Siinähan oli ohjemateriaalissa tosi tarkat niinku kuvaukset, että mikä väline, mikä apuväline tulee mihinkin työvaiheeseen. Ne oli tosi hyvin merkattu. Ei mitään ongelmaa. – –”*

Aineiston mukaan ohjemateriaali kykenee ohjeistamaan käyttäjää välineistön käyttökuntoon asennuksessa, oikean välineen valitsemisessa kunkin työstövaiheen kannalta sekä välineen käyttämisessä työstövaiheen aikana. Havaintoaineistosta ilmeni, että kunkin työvaiheen kohdalla haastateltavat perehtyivät ensin työvaiheen sanallisiin ohjeisiin, tarvittaviin materiaaleihin ja työstötekniikoihin. Tämän jälkeen ohjemateriaalin avulla valittiin oikea valmistuslaitteiston osa ja edelleen ohjemateriaalin avustamana

suoritettiin valmistuslaitteiston osan käyttökuntoon asentaminen, mikäli nimenomainen osa tätä edellytti. Lopulta perehdyttiin valmistuslaitteiston osan käyttämiseen joko sanallisen ja kuvallisen ohjeistuksen perusteella tai videomateriaalin avulla.

Toinen maalikorin ohjemateriaalin sisältöön liittyvistä laatutavoitekriteereistä oli frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin ohjeistuksen sisällyttäminen ohjemateriaaliin. Laatutavoitekriteerin tavoitteena oli johdattaa valmistusprosessiin perehtymätön henkilö maalikorin valmistusprosessiin sisältyviin tiedollisiin ja taidollisiin valmiuksiin, prosessin laajuuteen ja sen edellyttämiin vaiheisiin sekä prosessin suunnitteluun.

Ohjemateriaalin johdanto-osioon sisällytettiin saatesanat, jotka ilmaisevat käyttäjälle, mikä ohjemateriaalin ja koko oppimisaihion käyttötarkoitus on sekä mitä oppimisaihion avulla on mahdollista toteuttaa. Lisäksi ohjemateriaaliin sisällytettiin maalikorin valmistusprosessissa tarvittavat tiedot ja taidot. Tämä listaus palvelee käyttäjää hänen arvioidessaan omaa taitotasoaan valmistusprosessin kannalta. Mikäli frisbeegolf -maalikoria ajatellaan perusopetuksessa toteutettavana yhteisenä työnä, kykenee opettaja puolestaan listauksen avulla suunnittelemaan opetuksen keskeisten sisältöjen ja käsityötekniikoiden opetuksen. Opetus on tällöin mahdollista suunnitella suhteessa maalikorin valmistusprosessin eri vaiheisiin ja niissä tarvittaviin tiedollisiin ja taidollisiin valmiuksiin.

Haastateltava toi esille, että oppimisaihio tarjoaa hyvän pohjan opetustuokioiden toteuttamiselle valmistusprosessin yhteydessä:

*“No siis, ekana tuli mieleen se, onks se nyt kuumataivutus vai miksi sitä sanotaan. Pyörötankoa kun taivutettiin, siinähan nyt on tosi hyvä opetustuokion aihe. Toinen on tuo, ne kehien pyöritykset, miksei semmoistakin vois käyttää. Sitten ihan perus hitsaus, siinähan sitä tuli harjoiteltua enemmän, kun varmaan ikinä aiemmassa elämässä. Ja tosi hyvä työ semmoseen, saa kyllä toistoja ja sit siinä heti näkee miten, onko arvot kohillaan ja näkee sen kehittymisen siinä omassa hitsisaumassa tai niinku jäljessä. Kyl niinku mun mielestä on tosi paljonkin semmoisia sisältöjä mitä sais suoraan niinku opetukseen ja opetustuokioita ja opetuksen aiheita tuosta työstä”...*

Haastateltavan kommentista ilmeni myös se, että haastavana tuotteena frisbeegolf -maalikori tarjoaa varsin monipuolisen alustan opetuksen eri aiheiden käsittelylle ja myös eri sisältöjen harjoittelulle. Opetuksen kannalta maalikoria voidaan ajatella työnä, jossa ensin opetuksen kautta toteutetaan tiettyihin työstötekniikoihin perehtyminen ja tämän jälkeen tekniikoiden harjoittelu toteutetaan frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin kautta.

Kolmas ohjemateriaalin sisältöön liittyvistä laatutavoitekriteereistä oli materiaaalitekniset tiedot ja mittaohjearvot. Standardien mukaisen frisbeegolf -maalikorin toteuttamisen kannalta nähtiin oleellisena, että ohjemateriaalissa on käyttäjän kannalta listattuna valmiiksi sekä standardien edellyttämät materiaalivaihtoehdot, korin valmistamiseen vaadittavat materiaalmäärät sekä myös korin komponenttien ohjeelliset mitta-arvot. Ohjeellisten arvojen ja materiaalien sisällyttäminen ohjemateriaaliin nähtiin tärkeänä valmistusprosessin hallittavuuden ja laajuuden kannalta. Ohjeellisten arvojen selvittäminen jokaisen oppilaan kohdalla erikseen ei sinänsä tuo erityistä lisäarvoa prosessiin oppimisen kannalta.

Ohjemateriaalin saatiin sisällytettyä kattavasti listaus maalikorin osien lukumääristä sekä osien standardien mukaisista ohjearvoista. Ohjeistus lisättiin ohjemateriaaliin alkuun, jolloin käyttäjä kykenee valmistusprosessin alkuvaiheessa suunnittelemaan materiaalihankintojen toteutuksen. Listauksen lisäksi jokaisen työvaihekokonaisuuden kohdalla mainittiin kertaalleen vaadittavien komponenttien määrät sekä mitat.

Tehtyjen havaintojen perusteella ohjeistus materiaaleista ja mittaohjearvoista palveli haastateltavia hyvin korin valmistusprosessin aikana. Työskentely ohjearvojen avulla oli suoraviivaista eikä ongelmakohtia ilmennyt ohjearvojen tulkinnan suhteen.

#### **4.8 Tulokset oppimisaihion toimivuudesta peruskoulun käsitöissä**

Haastateltavien mukaan frisbeegolf -maalikori soveltuu yläkoulun käsityön oppilastyöksi, sillä se tarjoaa alustan erilaisten käsityötekniikoiden, työstötapojen ja työvälineiden oppimiseen. Työn vaativuuden ja tarvittavien työstötekniikoiden vuoksi

maalikori soveltuu kahdeksannen ja yhdeksännen vuosiluokan oppilastyöksi. Haastateltavien mukaan seitsemäsluokkalaisella ei esimerkiksi ole vielä riittävää tietotaitoa metallin aineiliitosmenetelmistä, kuten hitsauksesta.

Haastateltavien mukaan peruskoulun uudistuneen opetussuunnitelman tavoitteita on ajoittain noudatettu käsityön opetustyössä välillä turhankin kriittisesti. Paljon painotetaan oppilaan oman suunnittelun merkitystä ja monimateriaalisuutta osana käsityötuotetta. Todellisuudessa monimateriaalisuus ei tarkoita sitä, että erilaisia materiaaleja tulisi yhdistellä kaikissa oppilastyöissä. Niin ikään oppilaan suunnittelutaitojen kehittyminen on tärkeää, mutta myös oppilastyön vaativuus asettaa reunaehdoja oppilaan kyvykkyydelle työn suunnitteluun:

*“– – Alkuun kun tuli tää uus opsi että voi kauheeta, nyt pitää sitten tehdä pelkkiä retkituoleja. Että puusta jalat ja kankaasta jotain. Mutta tota, kyl siit on nyt päästy niinkun ylitte että samassa työssä ei tarvii olla ja näin. Toki tossa (Oppimisaihio) ei sitä oppilaan suunnittelua ja sellaista ei oo, että siinä on aika selkee malli. Mut sit taas, se on jo niin monimutkainen työ, että oppilaan oma ajattelu ei riitä että se osais tollasen niinkun itsenäisesti tehdä. Et sinällään se ohje on sit taas ihan paikallaan”.*

Haastateltavat kokivat frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion keskeisenä hyötynä sen, että se kykenee tukemaan oppilaan itseohjautuvaa oppimisprosessia. Itseohjautuvuuden merkitys nähtiin tärkeänä oppilaan omatoimisen oppimisen kannalta, mutta myös siinä, että oppilaan itseohjautuva oppimisprosessi vapauttaa opettajan resursseja muiden oppilaiden käyttöön ja ohjaukseen. Lisäksi haastateltavat kokivat, että maalikorin oppimisaihion kattava ohjeistus maalikorin valmistusprosessista madaltaa huomattavasti oppilaan kynnystä lähteä toteuttamaan frisbeegolf -maalikoria oppilastyönä:

*“– – Joo ja sitten, harva oppilas kyllä niinkun löytää... Osaa sitten niinkun netistä ettiä mitään hyödyllistä. Että katoppa sieltä netistä ohjeet tällaiseen frisbeegolfin niin ei varmaan löydy. Eikä jaksa ettiä”.*

Haastateltavien mukaan maalikorin oppimisaihiosta on myös löydettävissä integrointimahdollisuuksia muiden oppiaineiden kanssa. Oppimisaihiolla toteutettu frisbeegolf -maalikorin oppimisprosessi on yhdistettävissä muun muassa matematiikan opetukseen kuin myös yrittäjäyyskasvatukseenkin.

Haastateltavat toivat esille, että frisbeegolfin suosio näkyy myös koulumaailmassa oppilaiden harrastuneisuutena lajin parissa, mikä myös lisää oppilaan motivaatiota oppilastyönä toteutettavan maalikorin suhteen. Haastateltavat näkivät kuitenkin, että työn haasteellisuuden vuoksi oppilaita, joiden taitotaso riittää maalikorin toteuttamiseen, on verrattain vähän. Haastateltavien mukaan työn haastavuuden vuoksi maalikorin toteutusta olisi kuitenkin mahdollista lähestyä ryhmätyönä toteutettavana projektina, johon yrittäjäyyskasvatusta olisi varsin mielekästä sisällyttää.

Haastateltavilta tiedusteltiin frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion käytettävyyttä oppilaan näkökulmasta. Ohjemateriaalin osalta haastateltavat huomauttivat, että maalikorin osien mitoissa olisi perustellumpaa käyttää mittayksikköinä millimetrejä senttimetrien sijasta. Lisäksi yhden videoklipin kohdalla huomautettiin videolla esiintyvän mallihenkilön puutteellisesta suojavaarustuksesta hitsaussuorituksen yhteydessä. Oppimisaihio koettiin kuitenkin kaiken kaikkiaan toimivana kokonaisuutena, jota yläkoulun oppilas kykenee käyttämään ja jonka avulla yläkoulun oppilas kykenee toteuttamaan frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin edellyttämät työvaiheet.

## 5 PÄÄTUTKIMUSKYSYMYKSEEN VASTAAMINEN

Tutkielman 1. osassa on pyritty selvittämään, miten frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteisto toimii maalikorin valmistusprosessissa. Tutkielman 2. osa on puolestaan käsitellyt valmistuslaitteiston ja ohjemateriaalin muodostaman kokonaisuuden - oppimisaihion - soveltuvuutta sekä maalikorin valmistusprosessiin, että maalikorin valmistukseen peruskoulun käsityössä.

Muodostettujen tuloslukujen jälkeen voidaan vastata tutkielman päätutkimuskysymykseen:

*Miten frisbeegolf -maalikorin oppimisaihio soveltuu käytettäväksi peruskoulun käsityöissä?*

Päätutkimuskysymystä voidaan lähestyä muodostamalla synteesi tutkielman 1. ja 2. osan tutkimuskysymysten päätelmistä.

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen avulla pyrittiin selvittämään:

*Miten valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreema toimii käsityön aineenopettaja-opiskelijan toteuttamassa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessissa?*

Frisbeegolf -maalikorin osien muotoon taivuttamista voidaan helpottaa tukirakenteiden kuumataivutusmuottien ja kehämäisten rakenteiden taivutusmuottien avulla, jotka edesauttavat osien symmetrisyyden säilyttämisessä, parantavat osien yhdenmukaisuutta toisiinsa nähden ja minimoivat mahdolliset mitoitusvirheet. Maalikorin kokoonpanoa voidaan tehostaa kokoonpanomuotin avulla tehtävän kokoonpanoprosessin avulla. Kokoonpanomuotti helpottaa kokoonpanovaiheen hallintaa ja poistaa prosessista mitoitusvirheiden syntymisen ja virheiden kertaantumisen prosessin edetessä. Kokoonpanoprosessin haastavin vaihe on komponenttien liittäminen maalikorin runkorakenteisiin. Kokoonpanon epäsymmetrisyyden ja komponenttien asentovirheiden

välttämiseksi prosessissa voidaan hyödyntää kokoonpanomuottia ja kokoonpanotukia, jotka minimoivat edellä mainitut ongelmakohdat.

Materiaalien soveltuvuuden kannalta valmistuslaitteistossa on keskeistä rakenteiden tukevuus ja kestävyys. Rakenteiden pintojen on kestävä kovaa käyttöä kulumatta ja rakenteiden on kyettävä tarjoamaan riittävä tuki valmistusprosessissa syntyviä rasittavia voimia vastaan. Valmistuslaitteiston komponenttien liitettävyydessä tulee pyrkiä yksinkertaisuuteen ja on pyrittävä minimoimaan irtonaisten osien lukumäärä. Irtonaisten osien lukumäärän minimoinnilla voidaan helpottaa valmistuslaitteiston käyttökuntoon laittoa ja nopeuttaa itse valmistusprosessia.

Käytettävyyden tulokset osoittavat, että valmistamallamme ja testaamallamme frisbeegolf -maalikorin valmistuslaitteistolla voidaan oleellisesti tehostaa ja helpottaa maalikorin valmistusprosessia. Keskeiset valmistuslaitteiston tarjoamat hyödyt prosessin kannalta ovat:

1. Laadullinen hyöty
2. Ajallinen hyöty
3. Prosessin toistettavuus
4. Taitotasovaatimusten madaltuminen

Laadullinen hyöty ilmenee sekä maalikorin komponenttien, että korin kokoonpanon viimeistellympänä ja korkealaatuisempana lopputuloksena. Laitteisto parantaa valmistettujen komponenttien yhdenmukaisuutta sekä kokoonpanon symmetrisyyttä. Tuloksien perusteella voidaan esittää, että valmistuslaitteiston avulla syntyvä ajansäästö maalikorin valmistusprosessissa on merkittävin laitteiston tuoma hyöty valmistuslaitteiston käyttäjälle. Valmistuslaitteiston avulla voidaan myös toistaa koko valmistusprosessi ja laatuerot prosessien lopputuotteiden välillä riippuvat merkittävimmin käyttäjän taidoista käyttä aineliihtomenetelmiä. Tutkielman löydösten mukaan valmistuslaitteistolla voidaan lisäksi oleellisesti madaltaa käyttäjän kynnystä lähteä toteuttamaan standardien mukaista frisbeegolf -maalikoria. Laitteiston avulla standardien mukaisen maalikorin toteuttaminen ei ole samoissa määrin riippuvainen

käyttäjän käsityötaidoista kuin ilman laitteistoa toteutetussa maalikorin valmistusprosessissa.

Tutkimustuloksista selvisi, että käytettävyyden kannalta valmistuslaitteisto edellyttää rinnalleen selkeää kuvallista ja sanallista ohjemateriaalia, jonka avulla käyttäjä kykenee asettamaan valmistuslaitteiston käyttökuntoon, ymmärtää työstövaiheiden järjestyksen ja vaadittavat tekniikat, sekä pystyy hahmottamaan frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin kokonaisuutena. Ohjemateriaalin tulee sisältää kuvalliset piirustukset lopullisen tuotteen rakenteesta, vaadittavista materiaaleista sekä niiden mittaohjeistoista.

Tutkimuksen 2. osiossa pyrittiin selvittämään:

*Miten valmistuslaitteiston ohjemateriaalin laatutavoiteteoreema toimii käsityön aineenopettajaopiskelijoiden toteuttamassa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessissa valmistuslaitteiston avulla?*

Sekä:

*Miten käsityön aineenopettajat kokevat frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion toimivuuden peruskoulun käsitöissä?*

Ohjemateriaalin laadinnassa pätevät samat kriteerit, jotka toimivat hyvän oppimateriaalin suunnittelun lähtökohtina. Ohjemateriaali on viime kädessä oppimateriaali, vaikka se sisältää paljon valmistuslaitteiston käyttöä tukevaa dokumentaatiota. Tulosten perusteella voidaan esittää, että ohjemateriaali vastasi hyvin sille asetettuja laatutavoitekriteereitä. Ohjemateriaalin keskeisin tehtävä oli edesauttaa frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia valmistuslaitteiston avulla. Ohjemateriaalin testasivat kaksi valmistuvaa käsityönopettajaa, joilla ei ollut ennakoon kokemusta maalikorin valmistamisesta ja valmistuslaitteisto oli heille kokonaisuudessaan täysin uusi väline. Molemmat testaajat onnistuivat valmistusprosesseissaan erittäin hyvin. Vertailukohtana havainnoinnissa toimi kolmas testihenkilö, joka testasi pelkän valmistuslaitteiston toimivuuden suhteessa prosessiin, jossa maalikori tuotetaan ilman valmistuslaitteiston



tuomia hyötyjä. Ohjemateriaalin testanneet henkilöt suoriutuivat maalikorin valmistusprosessista ajallisesti ja laadullisesti yhtä hyvin kuin testihenkilö, jolla maalikorin valmistusprosessi oli entuudestaan tuttu.

Ohjemateriaalin lineaarisuuden kriteeri täyttyi toteuttamalla ohjemateriaali sekä painettuna, että sähköisenä kirjallisena aineistona. Molemmissa materiaaleissa maalikorin valmistuksen ohjeistus on esitetty työvaiheiden ajallisen järjestyksen edellyttämässä, johdonmukaisessa järjestyksessä.

Ohjemateriaalin käyttöliittymän toimivuus oli tutkimusaineiston mukaan varsin hyvä ja käyttäjän kannalta käyttöliittymäkokemus varsin yksiselitteinen. Käyttöliittymän toimivuus varmistettiin valitsemalla ohjemateriaalin esitystavoiksi muodot, jotka ovat perusopetuksessa laajalti käytössä. Kirjallinen aineisto sisällysluetteloineen ja väliotsikkoineen on yksinkertainen ja suoraviivainen käyttää ja toimii erityisen hyvin heikosti lukevien kohdalla. Sähköinen materiaali toteutettiin puolestaan PowerPointilla, joka on niin ikään laajalti käytetty ohjelmisto diaesityksien muodostamiseen. PowerPoint mahdollistaa myös helpon ja nopean navigoinnin materiaalin sisällöissä. Sähköisen materiaalin sisältö oli identtinen painetun kirjallisen aineiston kanssa. Ohjemateriaalin videoaineiston käyttäminen on mahdollista toteuttaa oppilaiden omien mobiililaitteiden avulla, jolloin katselulaitteen käyttöliittymä on oppilaille jo entuudestaan tuttu.

Fyysisesti ja sisällöllisesti toimiva käyttöliittymä merkitsi tässä tutkielmassa myös sitä, että ohjemateriaali koettiin hyvin helppokäyttöisenä. Aineiston mukaan tarvittava tieto oli helposti saatavilla ja löydettävissä sekä painetusta kirjallisesta, että sähköisestä ohjemateriaalista. Keskeisellä sijalla tässä oli käyttöliittymän mahdollistama nopea navigoitavuus ja sisällön kategorisointi.

Itseohjautuvan oppimisprosessin tukeminen nostettiin laatutavoitekriteeriksi tutkielman tavoitteen asettelun kautta. Ilman avustavia ja ohjaavia menetelmiä frisbeegolf -maalikorin toteuttaminen perusopetuksessa – tutkielmassa esitetyssä laajuudessa – on resurssien ja taidollisten vaatimusten puolesta erittäin haastavaa. Oppimisaihion avulla maalikorin valmistusprosessin edellyttämää resurssitarvetta voidaan madaltaa

huomattavasti. Vaikka oppimisaihiota ei testattu suoraan perusopetuksessa, voidaan kerätyn aineiston avulla todeta, että oppimisaihio kykenee tukemaan oppilaan itseohjautuvaa maalikorin valmistusprosessia, sillä opettajan ohjauksen tarve jää ohjemateriaalin antaman hyödyn puolesta merkittävästi vähäisemmäksi. Lisäksi valmistuslaitteisto tehostaa itseohjautuvaa oppimisprosessia madaltamalla maalikorin valmistusprosessin taitotasovaatimuksia.

Aineiston mukaan ohjemateriaali kykeni hyvin havainnollistamaan eri työvaiheita. Havainnollisuutta tehosti se, että tekstin ja kuvien lisäksi sisältöä esitettiin videomateriaalin avulla. Haastavimpien työvaiheiden kohdalla pelkkä sanallinen tai kuvallinen ohje ei ollut riittävä käyttäjän valmistusprosessin kannalta, mutta videomateriaali osoittautui erittäin hyväksi tueksi erityisesti monimutkaisten ja vaikeiden työvaiheiden kohdalla.

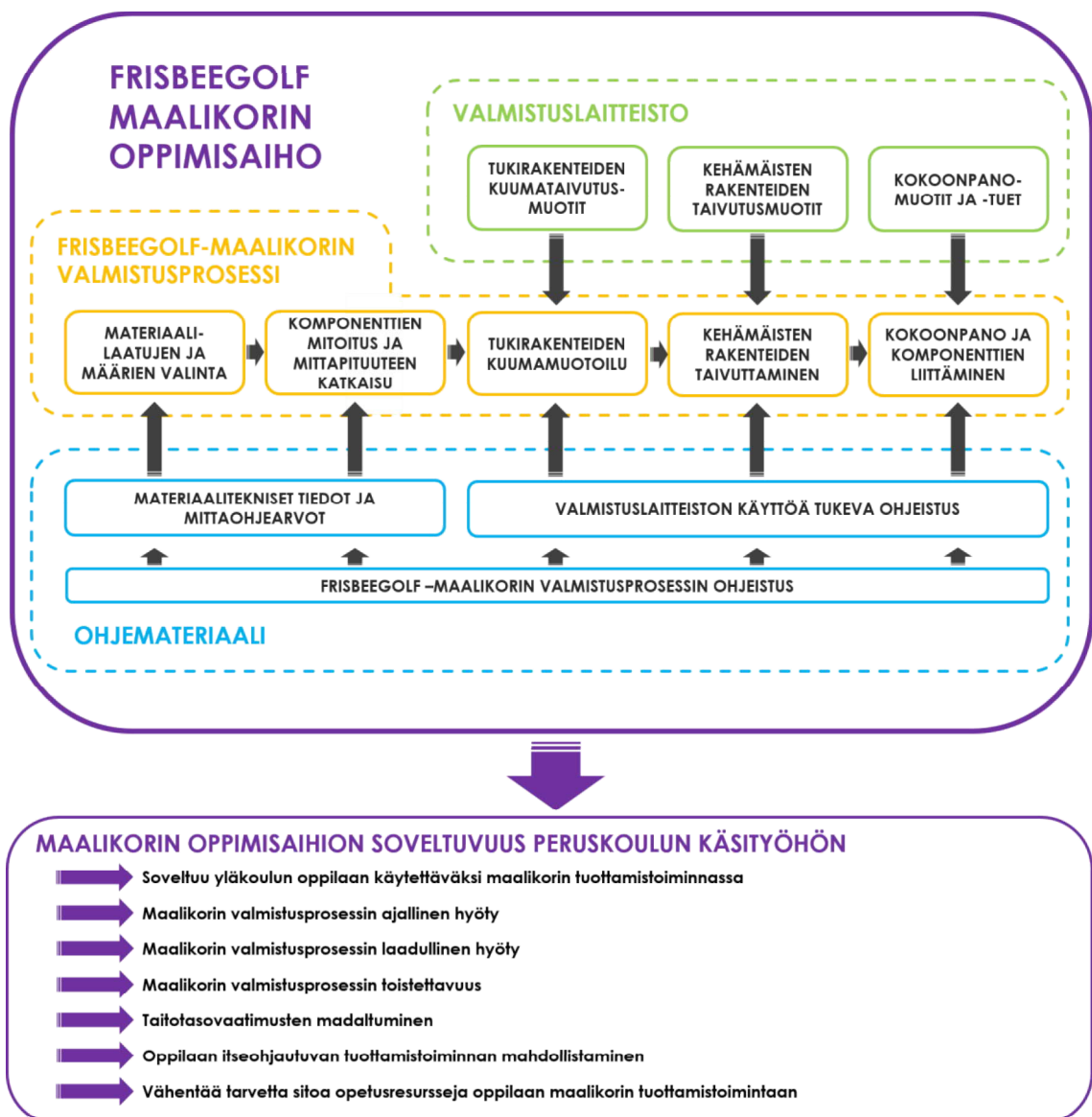
Tulosten mukaan ohjemateriaalin käytettävyyks on varsin monipuolinen ja se tukee erilaisia oppijoita. Ohjemateriaalin käyttö ei ole riippuvaista fyysisestä tilasta tai laitteesta. Ohjemateriaali on saatavilla sähköisen muodon ansiosta rajattomasti, jolloin oppilas kykenee perehtymään aineistoon niin oppimistilanteessa kuin myös kotonakin. Ohjemateriaali on lisäksi yhtä lailla käytettävissä niin yksilö- kuin ryhmätyöskentelyssä.

Ohjemateriaalin teknistä laadukkuutta voidaan pitää varsin hyvänä. Päätelmän taustalla on keräämämme tutkimusaineisto kuin myös materiaalin suunnitelmalliset lähtökohdat. Etenkin sähköisen materiaalin laadinnassa on hyödynnetty tunnettuja ja luotettavia alustoja, jotka ovat perusopetuksessa yleisesti laajalti käytössä. Sähköisen materiaalin laadinta PowerPoint -alustalle takaa toimivuuden eri päätelaitteilla luontevasti ja sujuvasti. Ohjemateriaalin videoaineisto on ladattu suoratoistopalvelu YouTubeen, joka on niin ikään laajalti käytössä oleva ja toimivuudeltaan hyvä alusta videokirjaston ylläpitämiseksi.

Käsityön opettajien näkemysten perusteella voidaan osoittaa, että frisbeegolf -maalikorin oppimisaihio toimii hyvin yläkoulun käsitöissä, vaikkakin oppimisaihiolla toteutettu maalikorin tuottamistoiminta edellyttää oppilaalta verrattain hyviä kädentaitoja.

Oppimisaihio on toteutettu niin, että yläkoulun oppilas kykenee sitä käyttämään itsenäisesti ja oppilas pystyy oppimisaihion avulla myös toteuttamaan frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin edellyttämät työvaiheet.

Frisbeegolf -maalikorin toteuttamista perusopetuksen oppilastyönä voidaan edesauttaa tuottamamme oppimisaihion avulla. Maalikorin oppimisaihiolla tuetaan oppilaan oppimista sekä teknisillä ratkaisuilla kuin myös prosessin hallintaan ja sisältöihin liittyvällä ohjemateriaalilla (Kuvio 6.).



Kuvio 6. Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihio ja sen soveltuvuus peruskoulun käsityöhön.

Tutkielman päätutkimuskysymykseen vastaaminen on kiteytetty kuvioon 6, joka ilmentää frisbeegolf maalikorin oppimisaihion soveltuvuutta peruskoulun käsitöissä. Frisbeegolf-maalikorin oppimisaihio tukee oppilaan toteuttamaa maalikorin tuottamistoimintaa valmistuslaitteiston avulla, joka edesauttaa maalikorin valmistusprosessin kolmea viimeistä ja haastavaa työvaihetta. Samalla oppilaan tuottamistoimintaa tuetaan ohjemateriaalin avulla, joka edesauttaa oppilaan itseohjautuvan tuottamistoiminnan toteutumista, ymmärrystä maalikorin valmistusprosessin etenemisestä sekä kykyä käyttää valmistuslaitteistoa maalikorin toteuttamisessa. Tutkielmassa ilmiönä käytettiin frisbeegolf -maalikoria, mutta toteuttamalla vastaavasti erilaisia ilmiökohtaisia oppimisaihiota, pystytään perusopetuksessa toteuttamaan varsin monipuolisia ja moninaisia oppimisprojekteja.

Oppimisaihiossa valmistuslaitteisto ja ohjemateriaali linkittyvät vahvasti toisiinsa. Valmistuslaitteisto ei itsessään tuo oppimisaihion käyttäjälle lisäarvoa maalikorin valmistukseen ilman ohjemateriaalia, joka tukee käyttäjää sekä valmistuslaitteiston käytössä, että maalikorin valmistusprosessissa ja sen vaiheissa. Niin ikään pelkällä ohjemateriaalilla ei saavuteta kaikkia oppimisaihion tuottamia hyötyjä maalikorin valmistusprosessiin vaan valmistuslaitteistolla on merkittävä tehtävä konkreettisessa maalikorin tuottamistoiminnassa.

Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihiossa tuotteen suunnitteluaspekti jää toteutumatta, sillä oppimisaihiossa tähdätään standardin mukaisen tuotteen toteuttamiseen. Niin ikään vähemmälle huomiolle jäävät tutkiva ja keksivä tuottaminen. On kuitenkin huomioitavaa, että oppijat ovat erilaisia, jolloin monimuotoisten opetusmallien ja oppimateriaalien käyttö opetuksessa on perusteltua. Mallioppiminen voi tarjota hedelmällisen maaperän oppimiseen niiden oppilaiden kohdalla, joiden voi olla vaikea sisäistää abstrakteja kokonaisuuksia tai joilla on ongelmia avaruudellisen hahmottamisen kanssa. Kuten tutkielman aineistosta kävi ilmi, tarkasti ohjeistettu, tietyn tuotteen valmistusprosessia ohjaava oppimateriaali ei kuitenkaan johda ajattelun passivoitumiseen. Sen sijaan oppilas kykenee aktivoimaan ajattelunsa työskentelyprosessin hallintaan ja työvaiheiden ohjeistusten tulkintaan.

Haastavan käsityötuotteen kohdalla käsityöprosessin täysin itsenäinen suunnittelu, toteutus ja hallinta edellyttävät mittavan määrän perustietämystä käsityön tuottamismenetelmistä ja tekniikoista. Tällöin edellytyksenä on, että opetuksessa on ehditty antaa riittävän laaja-alainen pohjustus edellä kuvattuihin sisältöihin. Usein todellisuus on se, että oppilaan työn suunnittelu ei etene, koska riittäviä ajattelun ja toteutuksen välineitä ei olla käyty läpi opetuksessa.

Tietyn ilmiön ympärille muodostetut oppimisaihiot voivat tuoda käsityön opetukseen monenlaisia hyötyjä. Oppimisaihioiden avulla voidaan osittaa laajoja ja abstrakteja oppimisilmiöitä sekä tuottamisen kohteita. Oppimisaihioilla voidaan niin ikään vapauttaa ajattelua laajasta ja monivaiheisesta suunnittelusta valmistamiseen. Vaikka tuotteen suunnittelu jäisikin pienemmälle huomiolle oppimisaihioilla toteutetuissa projekteissa, voidaan aihioilla opettaa ja konkretisoida avaruudellista hahmottamista sekä kolmiulotteista suunnittelua. Etenkin oppilaat, joille avaruudellinen hahmottaminen on haastavaa, saattavat hyötyä oppimisaihioilla toteutetusta prosessista.

Laajoissa käsityöprojekteissa yhdistyy parhaimmillaan monenlaisia eri tekniikoita. Oppimisaihion avulla voidaan sitoa yhteen erilaisia työstötekniikoita niin, että oppilaalle syntyy käsitys siitä, kuinka yhdistelemällä opittuja tietoja ja taitoja saadaan tuotettua jopa kaupallisen tason tuotteita. Vaikeat/haastavat tuotteetkin koostuvat kuitenkin vain suuresta määrästä perusasioita ja perustekniikoita.

Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion kaltaisen oppimateriaalin avulla kyetään parhaimmillaan luomaan uudenlaisia onnistumisen kokemuksia sekä lisäämään kokemusta minäpystyvyydestä käsityön opetuksessa. Lisäksi vastaavien oppimateriaalien avulla mahdollistetaan opetusresurssien siirtäminen ja kohdentamisen sinne, missä niitä eniten tarvitaan. Itseohjaava oppimateriaali vapauttaa opettajan ajallista resurssia ennen kaikkea heikommin suoriutuvien oppilaiden tarpeisiin.

## 6 TUTKIELMAN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

Laadullisessa tutkimuksessa lähtökohtana on tutkijan avoin subjektiviteetti sekä se, että tutkija on tutkimuksensa keskeinen tutkimusväline (Eskola & Suoranta 2003, 210). Tutkielman luotettavuutta arvioitaessa keskeinen kysymys on kuinka luotettavasti tutkimustulokset ja johtopäätökset antavat vastauksen tutkielman päätutkimuskysymykseen. Luotettavuuden arviointia voidaan lähestyä neljän näkökulman kautta. Tutkimuksen löydöksiä luotettavuutta voidaan punnita sen tarjoaman tiedon totuusarvon, tiedon sovellettavuuden, tutkimuksen johdonmukaisuuden tai toistettavuuden sekä neutraalisuuden kautta. (Lincoln & Guba 1985, 290.)

Tutkivassa tuottamisessa tutkielman luotettavuuden arvioinnissa on keskeistä se, ovatko tutkimustulokset ja teoriaketjun rakentaminen sekä siihen perustuvat tulokset luotettavia. Keskeistä on eksistenssiehtojen rajaamisen tarkastelu sekä se, miten laatutavoitekriteerit on näistä johdettu. (Metsärinne & Kallio 2011, 65.) Tässä tutkielmassa valmistuslaitteiston tuottamista ovat ohjanneet frisbeegolfin lajikohtaiset määritelmät ja vaatimukset. Valmistuslaitteiston tuottamisen lähtökohtia voidaan näin ollen pitää varsin luotettavana. Näistä määritelmistä ja vaatimuksista on johdettu valmistuslaitteistolle laatutavoitekriteerit. Valmistuslaitteiston laatutavoiteteoreeman testauksessa, laitteistolla tuotettu tuote, on ollut frisbeegolfin lajikohtaiset määritelmät ja vaatimukset täyttävä.

Valmistuslaitteistolla toteutettu frisbeegolf –maalikorin valmistusprosessi on puolestaan toiminut maalikorin ohjemateriaalin eksistenssiehtojen muodostamisen lähtökohtana. Näistä ehdoista on yhtäläisesti johdettu laatutavoitekriteerit myös ohjemateriaalille. Muodostettujen laatutavoiteteoreemien testaamiseksi on luotu haastattelukysymykset, joiden avulla on haettu vastauksia tutkielman alatutkimuskysymyksiin. Tutkielman päätutkimuskysymykseen vastaaminen on tapahtunut muodostamalla synteesi alatutkimuskysymysten avulla.

Tutkielmassa oppimisaihion valmistuslaitteistolle ja ohjemateriaalille on luotu omat laatutavoiteteoreemat, jotka on testattu todellisissa käyttötilanteissa. Erilliset laatutavoiteteoreemat ja teoreemojen testaukset ovat auttaneet tutkielman tekijöitä

hahmottamaan, minkälaista ohjeistusta valmistuslaitteisto vaatii tuekseen, toimiakseen tarkoituksenmukaisella tavalla käyttäjän tuottamistoiminnassa. Lisäksi ohjemateriaalin laatutavoiteteoreeman testauksessa on pystytty arvioimaan ohjemateriaalin tuottamaa lisäarvoa valmistuslaitteiston käyttöön ja maalikorin valmistusprosessin toteuttamiseen.

Tutkielmassa saatujen tulosten luotettavuutta voidaan pitää melko hyvänä. Valmistuslaitteiston testauksessa on hyödynnetty käyttäjää, jolle maalikorin tavanomainen valmistusprosessi on ollut jo entuudestaan tuttu. Lisäksi valmistuslaitteiston ja samalla koko oppimisaihion ovat testanneet kaksi henkilöä, joille maalikorin oppimisaihio ja maalikorin valmistusprosessi olivat täysin uusia asioita. Sekä pedagogisia näkökulmia, että oppimisaihion toimivuutta on tarkasteltu pitkään aineenopettajina toimineiden opettajien näkökulmasta ja kerättyä tutkimusaineistoa on vertailtu jokaisessa testausvaiheessa tutkielman tekijöiden tekemiin havaintoihin.

Tutkielman haastattelukysymykset on luotu muodostettujen laatutavoitekriteereiden pohjalta. Haastatteluaineiston analysointi on puolestaan toteutettu teorialähtöisen sisällönanalyysin avulla, jolloin analyysin luokittelu on perustunut suoraan tutkielman teoriaan. Tutkielmassa näkyy myös kokonaisvaltainen tiedon hankinnan periaate. Aineisto on koottu luonnollisissa, todellisissa tilanteissa tyypillisiä menetelmiä, kuten teemahaastattelua käyttäen. Kohdejoukon valinta on suoritettu tarkoituksenmukaisesti ja tapauksia käsitellään ainutlaatuisina, tulkiten aineistoa sen mukaisesti. (ks. esim. Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 164.)

Tutkielman avulla tuotetun tiedon sovellettavuutta voidaan pitää hyvänä, sillä tuotettu tieto ei ole sidoksissa pelkästään frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessiin. Oppimisaihioita voidaan käyttää myös laaja-alaisemmin opetuksessa, erilaisten käsityötuotteiden valmistusprosesseissa.

Tutkielman toistettavuudessa tulee arvioida sitä, kuinka samanlaisia tuloksia tuotetun oppimisaihion testauksessa saadaan aikaan, mikäli tutkimus toistetaan uudelleen. Voidaan esittää, että tutkimuksen tuloksiin vaikuttaa jossain määrin oppimisaihiota testaavan käyttäjän käsityötaju. Käsityötaju ohjaa käyttäjän toimintaa kuitenkin

riippumatta siitä, tekeekö käyttäjä frisbeegolf -maalikorin ilman valmistuslaitteistoa vai valmistuslaitteiston avulla. Ei ole siis mielekäästä pohtia kuinka samanlaisia tuloksia tai kuinka yhdenmukaista laatua eri käyttäjät saavat oppimisaihiota testaamalla. Tärkeää on pikemminkin se, kykeneekö oppimisaihio edesauttamaan maalikorin valmistusprosessia käyttäjästä riippumatta. Tässä suhteessa tutkimuksen toistettavuutta voidaan pitää hyvänä.

Frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion toteuttamista on ohjannut tutkimuksen tekijöiden harrastuneisuus lajin parissa. Lajikohtainen kiinnostus on edesauttanut käsittelemään tutkimuksen aikana kohdattuja ongelmia ja haasteita. Harrastuneisuudesta huolimatta tutkimuksen tuloksia on käsitelty neutraalisti. Tekemämme havainnot oppimisaihion toimivuudesta olisivat jo yksistään riittäneet pääsemään samoihin lopputuloksiin tutkimuksen tulosten kanssa. Neutraalisuuden periaatetta noudattaen tutkimuksen aineisto on kuitenkin kerätty haastatteleamalla riippumattomia osapuolia. Koska aineiston keräämisessä ja tulosten esittämisessä ei ole pelkästään kysymys haastateltavan kokemusten tallentamisesta kirjoitettuun muotoon (Barbour 2008, 262) on tulosten analysointi linkitetty suoraan tutkimusta ohjaavaan teoreettiseen viitekehykseen todellisten argumenttien muodostamiseksi.

Tässä tutkielmassa oppimisaihion toimivuutta ei testattu suoraan oppilailla peruskoulun käsityön opetuksessa. Syynä tähän on testauksen edellyttämä pitkä toteutus- ja seurantajakso, jonka testausprosessi edellyttäisi. Tutkielmamme tuloksien avulla oppimisaihion soveltuvuus peruskoulun opetukseen voidaan määritellä, mutta edellä mainitun rajoituksen puitteissa ei voida todeta, kuinka hyvin maalikorin oppimisaihio toimisi laadullisesti peruskoulun oppilaan toteuttamassa maalikorin valmistusprosessissa.



## 7 JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET

Jatkotutkimusehdotuksena olisi mielenkiintoista selvittää sekä oppilaiden että opettajien käyttökokemuksia oppimisaihioilla toteutettavasta frisbeegolf -maalikorista. Olisi mielekästä tutkia, tuoko vastaavanlainen oppimisaihio lisäarvoa – ja minkälaista – oppimisen ja opetuksen tavoitteiden kannalta. Vastaavanlaisen tutkimuksen tekeminen edellyttää kuitenkin melko pitkän tutkimusjakson tekemistä, johtuen käsityötuntien vähäisistä viikkotuntimääristä. Ajallisesti maalikoron toteuttaminen oppimisaihioilla olisi oletettavasti kokonaan joko syys- tai kevätlukukauden mittainen projekti.

Myös se, kuinka oppimateriaali soveltuu käytettäväksi opetuksessa eri formaateissaan ja eri päätelaitteilla, olisi mielenkiintoista lähestyä tutkimuksen muodossa. Olisi myös mielekästä pohtia oppimisaihion käytettävyyttä opetuksen tukena ja tarkastella minkälaisia valmiuksia aihion käyttö edellyttää sellaiselta käsityönopeettajalta, jolla ei ole oppimisaihiosta entuudestaan tietoa tai kokemusta. Mielenkiintoinen lähestymiskulma olisi lisäksi, kuinka oppimisaihio soveltuu käytettäväksi ryhmätyöprojektissa, esimerkiksi kun muutaman oppilaan ryhmä toteuttaa yhdessä yhden frisbeegolf -maalikoron valmistusprosessin. Tutkimisen aiheena voisi olla, kuinka hyvin yhdessä tuotettu valmistusprosessi tukee oppilaiden keskinäistä oppimista, esimerkiksi kehittääkö valmistusprosessi aineenhallinnallisia taitoja sosiaalisen kontekstin avulla niillä oppilailla, joilla taidot ovat ennen prosessia lähtökohtaisesti heikommat. Toisin sanoen, miten oppilaat kehittävät tai oppivat tuottamistoimintansa aikana vertaisryhmässään toisilta oppilaita aineenhallinnallisia taitoja.

## LÄHTEET

Alarova, R., Autio, A., Niemi, P., Repo, T. & Yli-Viikari, P. 2005. Yleistekniikka. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Ansaharju, T., Ilomäki, O. & Maaranen, K. 1989. Asennustekniikka. Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Autio, A., Kemppainen, P. & Rantala, J. 2012. Autotekniikka 2. Autotekniset perusteet. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Barbour, R. S. 2008. Introducing Qualitative Research. A Student's Guide to the Craft of Doing Qualitative Research. Lontoo: SAGE Publications Ltd.

Bendix, F. 1974. Metallialan perustyöt. Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiön laakapaino.

Blom, S., Lahtinen, P., Nuutio, E., Pekkola, K., Pyy, S., Rautiainen, H., Sampo, A., Seppänen, P. & Suosara, E. 1999. Koneenelimet ja mekanismit. Helsinki: Oy Edita Ab.

Clement, J. & Rea-Ramirez, M. A. 2008. Model based learning and instruction in science. New York: Springer.

Ekonoja, A. 2014. Oppimateriaalien kehittäminen, hyödyntäminen ja rooli tieto- ja viestintätekniikan opetuksessa. Jyväskylä studies in computing 193. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto 2014.

Eskola, J. & Suoranta, J. 2005. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.

- Haapsalo, M. 1976. Taitava takoja. Helsinki: Tekijä ja Osakeyhtiö Valistus.
- Haasio, A. & Haasio, M. 2008. Pulpetit virtuaalivirrassa. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.
- Hakkarainen, P. 2002. Kehittävä esiopetus ja oppiminen. Juva: WS Bookwell Oy.
- Hakkarainen, P. 2014. Opetuksen käsitemaailma. Vantaa: HansaPrint.
- Heimonen, T. 2012. Design and evaluation of user interfaces for mobile web search. Tampere: University of Tampere.
- Hiidenmaa, P. 2015. Oppikirjojen tutkimus. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 27–40.
- Hilmola, A. 2009. Käsityön opetuksen suunnittelun ja toteutuksen alkuperää etsimässä. Tutkimus käsityön teknisen työn sisältöjen opetuksen suunnittelua ja toteutusta ohjaavista tekijöistä peruskoulun yläluokilla. Helsinki: Wiresidos Oy.
- Hilz, S. R. 1995. The virtual classroom. Learning without limits via computer networks. 2. p. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Hirvonen, E., Koiranen, E., Lammassaari, A. & Pousi, L. 1983. Metallialan perusoppi 4. Kaasuhitsaus, polttoleikkaus, puikkohitsaus, kaasukaarihitsaus, juotto, vastushitsaus. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset.

Hyysalo, S. 2009. Käyttäjä tuotekehityksessä. Tieto, tutkimus, menetelmät. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Häkkinen, K. 2002. Suomalaisen oppikirjan vaihteita. Helsinki: Hakapaino Oy.

Ilomäki, L. 2005. Oppimisaihiot opetuksen ja oppimisen tukena. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) 2005. Opi ja onnistu verkossa – aihiot avuksi. Helsinki: Hakapaino Oy, 9–26.

Ilomäki, L. 2012. E-oppimateriaalit oppimisen ja opettamisen tukena. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) Laatus e-oppimateriaaleihin – E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy, 7–11.

Jaakkola, T., Nirhamo, L., Nurmi, S. & Lehtinen, E. 2012. Erilaiset oppimisaihiot osana joustavaa kokonaisuutta. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) Laatus e-oppimateriaaleihin – E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy, 12–24.

Järvilehto, L. 2014. Hauskan oppimisen vallankumous. Juva: Bookwell Oy.

Järvinen, M-L. 2011. Konstruktivistinen oppimiskäsitys opettajan pedagogisena työvälineenä alkuopetuksessa. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy.

Kallio, A. 2015. Monimuotoisen oppimateriaalin tekijänoikeudet. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) Laatus! Oppimateriaalit muuttuvassa ympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 259–270.

Kallio, J. 2016. Opettamisen vallankumous. Opettajasta elinikäisen oppimisen valmentajaksi. Tallinna: Priton.

Kallio, M. & Metsärinne, M. 2017. Tutkivan tuottamisen didaktiikka teknologiakasvatuksessa. Teoksessa Kallio, M., Juvonen, R. & Kaasinen, A. (toim.) Ainedidaktisia tutkimuksia 12. Jatkuvuus ja muutos opettajankoulutuksessa. Helsinki: Helsingin yliopisto, kasvatustieteellinen tiedekunta, 285–299.

Kankaanranta, M. 2015. Digitaaliset oppimateriaalit – suuntana oppimisen adaptiivisuus ja vuorovaikutteisuus. Teoksessa Kaisla, M., Kutvonen-Lappi, T. & Kankaanranta, M. Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos ja Informaatioteknologian tiedekunta. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino, 11–24.

Kansanen, P. & Uusikylä, K. (toim.) 2005. Luovuutta, motivaatiota, tunteita. Opetuksen tutkimuksen uusia suuntia. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Katainen, H. & Mäkinen, A. 1982. Kone- ja metallitekniikka: Hitsaustekniikka 1. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset.

Katainen, H. & Mäkinen, A. 1983. Kone- ja metallitekniikka: Levytyötekniikka 1. Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Katainen, H. & Mäkinen, A. 1989. Muovaava ja leikkaava työstö. Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Kauppila, R. A. 2003. Opi ja opeta tehokkaasti. Psykkinen valmennus oppimisen tukena. Juva: PS-kustannus.

Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. 1998. Konetekniikan perusteet. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Keränen, V. & Penttinen, J. 2007. Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas. Porvoo: WS Bookwell.

Kiviniemi, K. 2000. Johdatus verkkopedagogiikkaan. Kokkola: Art-Print Oy.

Kleimola, M. 1995. Materiaalivalinta. Teoksessa Airila, M., Ekman, K., Hautala, P., Kivioja, S., Kleimola, M., Martikka, H., Miettinen, J., Niemi, E., Ranta, A., Rinkinen, J., Salonen, P., Verho, A., Vilenius, M. & Välimaa, V. Koneenosien suunnittelu. Juva: WSOY, 85–134.

Koivikko, K. 2015. Muistatko kuvan? – Kuvasta ja visuaalisuudesta oppimateriaalissa. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) Laatus! Oppimateriaalit muuttuvassa ympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 149–160.

Kolehmainen, M., Kärnä, T., Lammassaari, A. & Savolainen, H. 1978. Metallialan perusoppi 5. Levytyöt, teräsrakennetyöt, putkityöt, nosto- ja siirtotyöt, pintakäsittely. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset.

Koli, H. & Silander, P. 2002. Verkko-oppiminen. Oppimisprosessin suunnittelu ja ohjaus. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy.

Kommers, P. A. M. 1996. Hypermedia and Multimedia Concepts. Teoksessa Kommers, P. A. M., Grabinger, S. & Dunlap, J. C. Hypermedia Learning Environments. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1–12.

Korhonen, P. 2000. Käytettävyydestä liiketoiminnan ytimeen. Teoksessa Keinonen, T. Miten käytettävyys muotoillaan? Helsinki: F.G. Lönneberg.

Korhonen, M., Sokratous, H. & Tamminen, M. 2015. Maailma muuttuu, muuttuuko oppiminen? – Kustantajien rooli tulevaisuuden koulussa. Teoksessa Kaisla, M., Kutvonen-Lappi, T. & Kankaanranta, M. Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos ja Informaatioteknologian tiedekunta. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino, 31–36.

Koro, J. 1993. Aikuinen oman oppimisensa ohjaajana. Itseohjautuvuus, sen kehittyminen ja yhteys oppimistuloksiin kasvatustieteen avoimen korkeakouluopetuksen monimuotokokeilussa. Jyväskylän yliopisto: Kasvatustieteen laitos.

Kuhmonen, P. L. (toim.) 1994. Ideasta tuotteeksi. Käsityö, tekninen työ ja tekstiilityö. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Kuisma, M. 2013. Parantaako teknologia oppimista? Teoksessa Juusenaho, R. (toim.), Kurkela, J. (toim.), Kuisma, M. & Ylinen, A. Onko välineellä väliä? Opetusteknologia oppimisen tukena. Tampere: Juvenes Print Tampereen Yliopistopaino Oy, 7–38.

Kuula, A. 2014. Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Vantaa: Hansaprint Oy.

Kuusisto, R. 2013. Laatu perusopetuksessa. Juva: Bookwell Oy.

Lehtinen, E. 2006. Teknologian kehitys ja oppimisen utopiat. Teoksessa Järvelä, S., Häkkinen, P. & Lehtinen, E. (toim.) Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy, 264–278.

Lepistö, J. & Rönkkö, M-L. 2009. Käsityön opetukseen sisältyy monipuolisesti taitoa, kulttuuria ja yritteliäisyyttä. Teoksessa Rönkkö, M-L., Lepistö, J. & Kullas, S. Monialainen opettajuus. Kasvatuksellisia näkökulmia oppiaineisiin ja aihekokonaisuuksiin. Turku: Uniprint, 45–61.

Lepola, P. & Makkonen, M. 2004. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Lepola, P. & Makkonen, M. 2009. Materiaalit ja niiden käyttö. WSOYpro Oy.

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. 1985. Naturalistic inquiry. Newbury Park: Sage Publications, Inc.

Lukkari, J. 1997. Hitsaustekniikka. Perusteet ja kaarihitsaus. Helsinki: Oy Edita Ab.

Marjanen, P. 2012. Koulukäsityö vuosina 1866–2003. Kodin hyvinvointiin kasvattavista tavoitteista kohti elämänhallinnan taitoja. Turku: Turun yliopisto.

Mattson, A. & Nilsson, S. 1999. Trä och metall material verktyg metoder. Trelleborg: Berlings Skogs.

Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. 2000. Modernit oppimisympäristöt. Juva: WS Bookwell Oy.

Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Metsärinne, M. 2003. Teknisen käsityön visio-opetus ja -oppiminen. Turku: Painosalama Oy.

Metsärinne, M. 2005. Käsityön oppimistehtävän suunnittelun perusteet. Research in sloyd education and crafts science. Techne series A: 7/2005. Rauma: Turun yliopisto.

Metsärinne, M. & Kallio, M. 2011. Johdatus tutkivaan tuottamiseen. Research in sloyd education and crafts science. Techne series B: Rauma: Turun yliopisto.

Metsärinne, M. & Kallio, M. 2016. The pedagogical theories of the Exploratory Production Model. PATT-32 Proceedings. Technology Education for 21st Century Skills 344–352.

Mäkelä, K. 1990. Kvalitatiivisen analyysin arviointiperusteet. Teoksessa Mäkelä, K. (toim.). Kvalitatiivisen aineiston analyysi ja tulkinta. Helsinki: Painokaari Oy, 42–61.

Mäkinen, L. 1998. Oppilaan itseohjautuvuus ja sitä edistävä ohjaus peruskoulun yläasteelle siirtymisen vaiheessa. Joensuu: Joensuun yliopistopaino.



Mäkitalo, E. & Wallinheimo, K. 2012. Virtuaaliset ympäristöt – Innostava oppiminen, tehokas koulutus. Vantaa: Hansaprint Oy.

Niinimäki, M. 1997. Metallin plastinen muodonmuutos ja elpyminen. Teoksessa Laitinen, E., Niinimäki, M., Tiainen, T., Tiilikka, P., Tuomikoski, J. & Koivisto, K. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki: Oy Edita Ab, 63–75.

Nokelainen, P. 2002. Digitaalisen oppimateriaalin standardointi tietoverkkokouluttajan näkökulmasta. Teoksessa Saarinen, J. (toim.), Varis, T., Vainio, L. Rintala, M. piipari, M. & Nokelainen, P. Kouluttajana verkossa – menetelmät ja tekniikat –. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy, 85–112.

Norman, E., Cubitt, J., Urry, S. & Whittaker, M. 2000. Advanced design and technology. Harlow: Pearson Education Limited.

Nurkka, A. & Tervonen, S. 2007. Orientaatio verkko-opetuksen laadunhallintaan. Teoksessa Evälä, A. (toim.), Karjalainen, K. & Rytönen-Suontausta, T. Laatuaskeleita – kokemuksia verkko-opetuksen laatutyöstä. Helsinki: Yliopistopaino, 7–12.

Nurmi, S. 2005. Tue käsitteellistä muutosta. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) Opi ja onnistu verkossa – aihiot avuksi. Helsinki: Hakapaino Oy, 59–61.

Oksanen, K. 2006. Tietotekniikan ei-ammattilainen videoetäopettaja. Teoksessa Yli-Luoma, P. (toim.) Interaktio Verkossa. Kajaani: Saarijärven offset Oy, 57–126.

Opetushallituksen työryhmä 2006. Verkko-oppimateriaalin laatuksiteerit. Työryhmän raportti. Helsinki: Edita Prima Oy 2006.

Opetushallitus. 2016. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.

Paavola, S., Ilomäki, L. & Lakkala, M. 2005. Tiedon esittäminen oppimisaihiossa. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) Opi ja onnistu verkossa – aihiot avuksi. Helsinki: Hakapaino Oy, 40–50.

Parikka, M. 1990. Teknisen työn didaktiikkaa. Teknisen työn opetus- ja oppimistoiminta. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston monistuskampus.

PDGA – Professional Disc Golf Association. 2017. PDGA Technical Standards. [https://www.pdga.com/files/pdgatechstandards\\_1-15-17.pdf](https://www.pdga.com/files/pdgatechstandards_1-15-17.pdf) (Luettu 4.7.2018.)

Piipari, M. 2002a. Kuvat verkkosivuille. Teoksessa Saarinen, J. (toim.), Varis, T., Vainio, L. Rintala, M. piipari, M. & Nokelainen, P. Kouluttajana verkossa – menetelmät ja tekniikat –. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy, 189–208.

Piipari, M. 2002b. Tekstisivujen tuottaminen verkkosivustoon. Teoksessa Saarinen, J. (toim.), Varis, T., Vainio, L. Rintala, M. piipari, M. & Nokelainen, P. Kouluttajana verkossa – menetelmät ja tekniikat –. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy, 175–188.

Piispanen, M. 2008. Hyvä oppimisympäristö. Oppilaiden, vanhempien ja opettajien hyvyyskäsitteiden kohtaaminen peruskoulussa. Vaajakoski: Gummerus Kirjapaino Oy.

Pirilä, K. 2006. Tyylit Verkko-opiskelussa. Teoksessa Yli-Luoma, P. V. J. (toim.) Interaktio verkossa. Kajaani: Saarijärven offset Oy, 43–56.

Pirkkalainen, L. 2006. Lukion fysiikkaa virtuaaliympäristössä. Teoksessa Yli-Luoma, P. (toim.) Interaktio Verkossa. Kajaani: Saarijärven offset Oy, 127–162.

Pöllänen, S. & Kröger, T. 2005. Näkökulmia kokonaiseen käsityöhön. [http://sokl.uef.fi/verkkojulkaisut/tutkivaope/pdft/polla\\_kroger.pdf](http://sokl.uef.fi/verkkojulkaisut/tutkivaope/pdft/polla_kroger.pdf) (Luettu 23.8.2018)

Rintala, M. 2002. Videokuvan välittäminen Internetistä. Teoksessa Saarinen, J. (toim.), Varis, T., Vainio, L. Rintala, M. piipari, M. & Nokelainen, P. Kouluttajana verkossa – menetelmät ja tekniikat –. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy, 75–84.

Roselli, H. & Mehtonen, I. (toim.) 1997. Sepän taidot. Helsinki: Hakapaino Oy.

Ruuska, H. 2015a. Mitä oppikirjailija osaa? Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 17–26.

Ruuska, H. 2015b. Opettajan ei tarvitse tehdä työvälineitään. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa ympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 41–46.

Ruusuvuori, J. & Tiittula, L. 2014. Haastattelu. Tutkimustilanteet ja vuorovaikutus. Vantaa: Hansaprint Oy.

Ryan, R. M & Deci, E. L. 2017. Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development and Wellness. New York: The Guilford Press.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto.

[http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6\\_4.html](http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_4.html) (Luettu 23.7.2018.)

Saarinen, J. 2002a. Etäopiskelun menetelmät. Teoksessa Saarinen, J. (toim.), Varis, T., Vainio, L. Rintala, M. piipari, M. & Nokelainen, P. Kouluttajana verkossa – menetelmät ja tekniikat –. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy, 43–74.

Saarinen, J. 2002b. Verkko-oppimisympäristöt. Teoksessa Saarinen, J. (toim.), Varis, T., Vainio, L. Rintala, M. piipari, M. & Nokelainen, P. Kouluttajana verkossa – menetelmät ja tekniikat –. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy, 113–174.

Sakomaa, V. 2015. Digitaaliset oppimateriaalit yläkoulussa – haasteita ja mahdollisuuksia. Teoksessa Kaisla, M., Kutvonen-Lappi, T. & Kankaanranta, M. Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos ja Informaatioteknologian tiedekunta. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino, 111–118.

Sankila, T. 2015a. Oppimista muuttava teknologia. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 247–258.

Sankila, T. 2015b. Näkökulmia oppimisen digitalisoitumiseen. Teoksessa Kaisla, M., Kutvonen-Lappi, T. & Kankaanranta, M. Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos ja Informaatioteknologian tiedekunta. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino, 25–30.

Silander, P. & Koli, H. 2003. Verkko-opetuksen työkalupakki – oppimisaihioista oppimisprosessiin. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Sorsa, J. 2015. Materiaalitekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Stabile, C. & Ershler, J. 2015. Constructivism reconsidered in the age of social media. San Francisco: Jossey-Bass.

Tarkoma, E. 2015. Verkon ja oppikirjan rajavyöhykkeellä – äidinkielen oppikirja ammatillisessa peruskoulutuksessa. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa ympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 141–148.

Tiainen, T. & Laitinen, E. 1997. Materiaalin valinta. Teoksessa Laitinen, E., Niinimäki, M., Tiainen, T., Tiilikka, P., Tuomikoski, J. & Koivisto, K. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki: Oy Edita Ab, 248–259.

Tossavainen, T. 2015. Tulevaisuuden oppimateriaalit. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) Laatus! Oppimateriaalit muuttuvassa ympäristössä. Porvoo: Bookwell Oy, 187–197.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2013. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Vantaa: Hansaprint Oy.

Turunen, M. 2011. Visiosta toteutukseen – Tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksia ja kompastuskiviä koulussa. Teoksessa Suomi, K. & Kajannes, K. (toim.) Ymmärrys hoi! Kirja, läppäri ja muuttuva oppiminen. Jyväskylä: Bookwell Oy, 64–74.

Tynjälä, P. 2002. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Kirjayhtymä.

Vainio, L. 2002. Tietostrategia. Teoksessa Saarinen, J. (toim.), Varis, T., Vainio, L. Rintala, M. piipari, M. & Nokelainen, P. Kouluttajana verkossa – menetelmät ja tekniikat –. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy, 31–42.

Vauras, M., Kinnunen, R. & Salonen, P. 2006. Oppimisvaikeudet ja teknologia oppimisen ohjaamisen mahdollistajana. Teoksessa Järvelä, S., Häkkinen, P. & Lehtinen, E. (toim.) Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy, 248–262.

Veermans, M. & Tapola, A. 2006. Motivaatio ja kiinnostuneisuus. Teoksessa Järvelä, S., Häkkinen, P. & Lehtinen, E. (toim.) Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy, 65–84.

Volk, K.S. 2007. Attitudes. Teoksessa de Vries, M., Custer, R., Dakers, J. & Martin, G. (toim.) Analysing Best Practices in Technology Education. Rotterdam: Sense Publishers, 191–202.

## **LIITTEET**

### **Liite 1 (1)**

#### **Valmistuslaitteiston testaus – haastattelurunko**

##### **Tukirakenteiden kuumataivutusmuotit**

1. Korin kannakkeiden taivutusmuotin (taivutusmuotti I) käytettävyys ja tarkoituksenmukaisuus?
2. Ketjukannakkeiden taivutusmuotin (taivutusmuotti II) käytettävyys ja tarkoituksenmukaisuus?

##### **Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotit**

3. Minkälaista lisäarvoa valmistuslaitteisto tuo tukirenkaiden taivutukseen?
4. Puristintukien käytettävyys ja hyöty?
5. Taivutushaarukan käytettävyys?
6. Taivutetun tukirenkaan katkaisu ja hitsaus valmistuslaitteistossa?
7. Ketjukoukkujen taivutusmuotin (taivutusmuotti III) käytettävyys ja tarkoituksenmukaisuus?

##### **Kokoonpanomuotit ja kokoonpanotuet**

8. Korin kokoonpanomuotin (6. Korin kokoonpanomuotti) käytettävyys ja tarkoituksenmukaisuus?
9. Hatun kokoonpanomuotin (7. Hatun kokoonpanomuotti) käytettävyys ja tarkoituksenmukaisuus?
10. Kohdistushaarukoiden käytettävyys ja tarkoituksenmukaisuus?
11. Kohdistuskeskiöiden käytettävyys ja tarkoituksenmukaisuus?

##### **Valmistuslaitteiston käytettävyys kokonaisuutena**

12. Pyöreiden tukirenkaiden taivutusmuotin asennus käyttökuntoon ja muotin vaihto?
13. Taivutushaarukan asennus käyttökuntoon?

- 14. Hatun kokoonpanomuotin asennus käyttökuntoon?
- 15. Korin kokoonpanomuotin asennus käyttökuntoon korin kokoonpanoa varten?

**Käyttöfunktiot, käyttöönotto sekä vahvuudet ja heikkoudet**

- 16. Vaihtoehtoinen kokoonpano eri ainevahvuuksilla ja tukirautojen muodoilla?
- 17. Valmistuslaitteiston tekniset aspektit, käytettävyys, tarkoituksenmukaisuus, materiaalivalinnat, työturvallisuus?
- 18. Minkälaista ohjeistusta/käyttöohjeita käyttäjä voisi tarvita valmistuslaitteiston käyttöönoton tueksi?
- 19. Valmistuslaitteiston tuoma ajallinen hyöty?

**Ohjemateriaalin testaus – haastattelurunko**

**Lineaarisuus**

1. Arvioi ohjemateriaalin johdonmukaisuutta. Kuinka selkeästi maalikorin valmistusprosessi eteni?

**Käyttöliittymä**

2. Arvioi ohjemateriaalia kokonaisuutena, minkälaista sähköisen ohjemateriaalin käyttäminen oli/ minkälaista painetun ohjemateriaalin käyttäminen oli? Täydensivätkö materiaalit toisiaan/millä tavalla?

**Helppokäyttöisyys**

3. Kuinka helposti tarvittava tieto oli löydettävissä ohjemateriaalista? Miten helppokäyttöisyyttä oli pyritty edistämään ohjemateriaalissa?

**Itseohjautuvuus**

4. Millä tavalla frisbeegolf -maalikorin valmistaminen onnistui ohjemateriaalin avulla?

**Havainnollisuus**

5. Kuinka informatiivisia/havainnollisia eri työvaiheiden ohjeistukset olivat?

**Monipuolinen käytettävyys**

6. Arvioi ohjemateriaalin käytettävyyden monipuolisuutta? Millä tavalla ohjemateriaali on käytettävissä eri käyttötilanteissa? Miten sähköistä opetusmateriaalia voidaan hyödyntää eri päätelaitteilla?

**Tekninen laadukkuus**

7. Arvioi ohjemateriaalin toimivuutta erilaisilla päätelaitteilla ja ohjelmistoilla?  
Arvioi ohjemateriaalin sisällön luotettavuutta/virheettömyyttä?



**Oppimisen laadukkuus**

8. Tukeeko oppimateriaali yhteisöllistä ja pitkäkestoista työskentelyä? Jos tukee niin millä tavalla? Aktivoiko oppimateriaali oppijan ajattelua, miten? Ottaako ohjemateriaali huomioon erilaiset tavat oppia?

**Valmistuslaitteiston käyttöä tukeva ohjeistus**

9. Millaista valmistuslaitteiston (apuvälineistön) käyttäminen oli ohjemateriaalin avulla?

**Frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessia tukeva ohjeistus**

10. Miten ohjemateriaali edesauttoi frisbeegolf -maalikorin valmistusprosessin toteuttamista?

**Materiaalitekniset tiedot ja mittaohjearvot**

11. Kuinka informatiivisina ja kattavina koit ohjemateriaalin sisältämät materiaalitekniset tiedot ja mittaohjearvot?

## **Oppimisaihion didaktiset ulottuvuudet – haastattelurunko**

### **Taustatiedot**

Kauanko olet toiminut käsityöopettajana kentällä?

Mitä vuosiluokkia olet opettanut?

### **Opetussuunnitelman näkökulma**

1. Miten arvioisit frisbeegolf -maalikorin soveltuvuutta käsityötuotteena peruskoulun käsityöopetukseen uuden peruskoulun opetussuunnitelman 2014 tavoitteiden ja sisältöjen kannalta?
2. Koetko frisbeegolf -maalikorin oppimisaihion tuovan lisäarvoa opetukseen? Jos, niin minkälaista?
3. Minkälaisia haasteita/mahdollisuuksia frisbeegolf -maalikori pitää sisällään käsityön oppimisprosessin kannalta?
4. Integroitimahdollisuus muiden aineiden kanssa

### **Oppilas- ja opettaja -näkökulma**

5. Miten arvioisit frisbeegolf -maalikorin soveltuvuutta käsityöopetukseen oppilaiden osaamisen ja motivaation kannalta?
6. Miten arvioisit frisbeegolf -maalikorin soveltuvuutta käsityöopetukseen ohjaamisen/ryhmänhallinnan kannalta?

### **Kohderyhmä**

7. Mille opetusryhmälle (luokka-aste, kerhotoiminta, vapaavalintainen kurssi) frisbeegolf -maalikori olisi sovellettavissa?
8. Soveltuvuus yksilö-, ryhmä- ja/tai parityönä?

### **Valmistuslaitteiston käytettävyys**

9. Valmistuslaitteiston käytettävyys oppilaan näkökulmasta?

### **Liite 3 (2)**

#### **Oppimisaihion toimivuus**

10. Miten koet frisbeegolf -maalikorin toteutettavuuden peruskoulun käsityöopetuksessa oppimisaihion avulla?

## Kuumataivutusmuotit

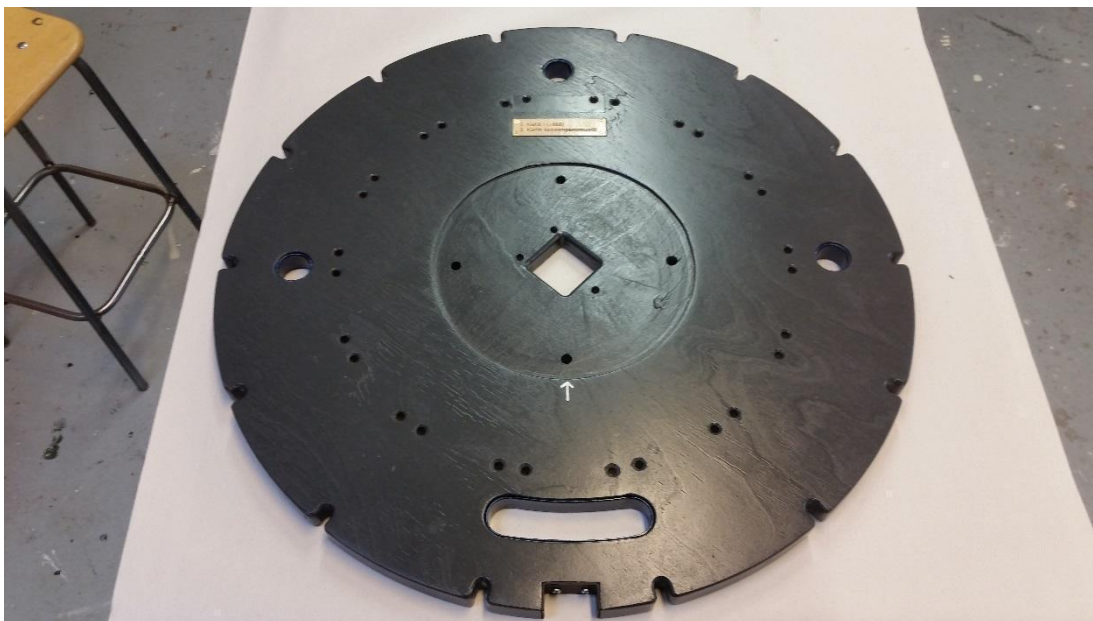


Kori-osan säteittäisten rakenteiden kuumataivutusmuotti.



Ohjausmekanismien säteittäisten rakenteiden kuumataivutusmuotti.

**Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotit**



**Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotti (660 mm halkaisija).**



**Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotti (620 mm halkaisija).**

## Liite 5 (2)



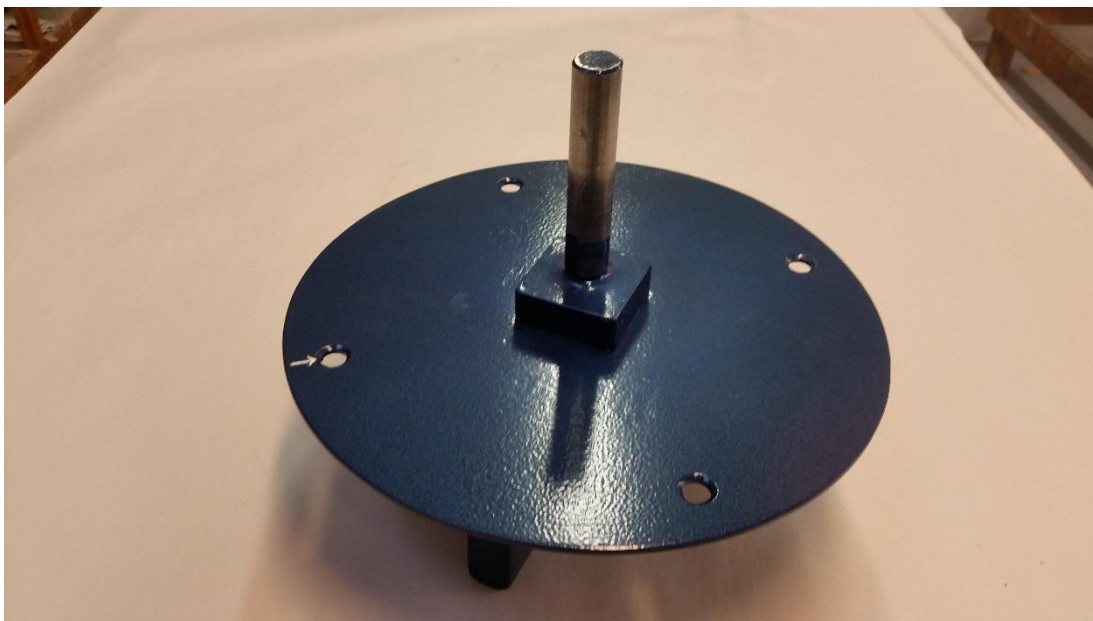
Kehämäisten rakenteiden taivutusmuotti (380 mm halkaisija).



Puristuskiinnikkeet



**Taivutuskeskiö**



**Taivutuskeskiön alaosa päältäpäin kuvattuna.**



**Taivutuskeskiön alaosa alhaaltapäin kuvattuna.**

**Liite 6 (2)**



**Taivutuskeskiön yläosa.**



**Taivutusvarsi ja taivutusluisti**

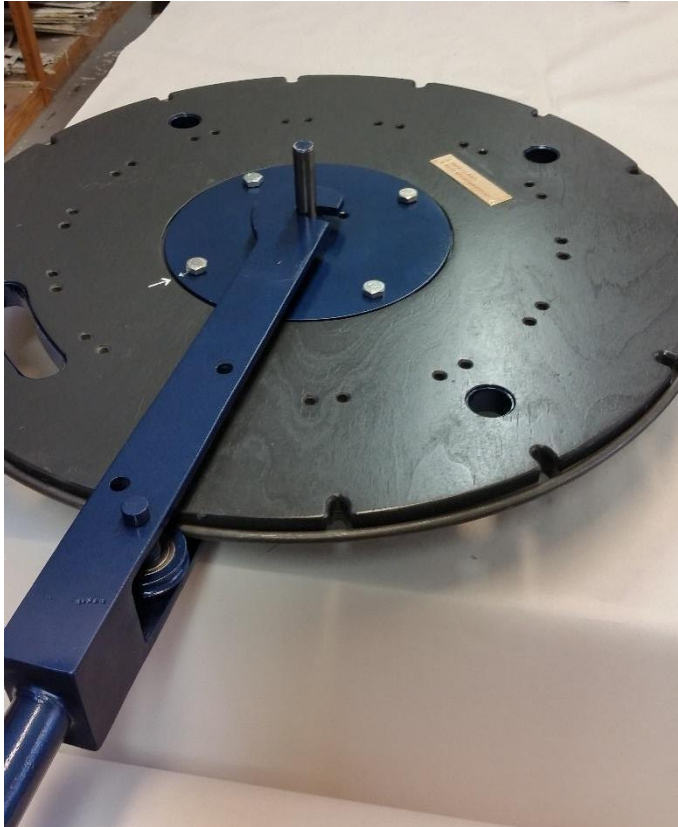


**Taivutusvarsi**



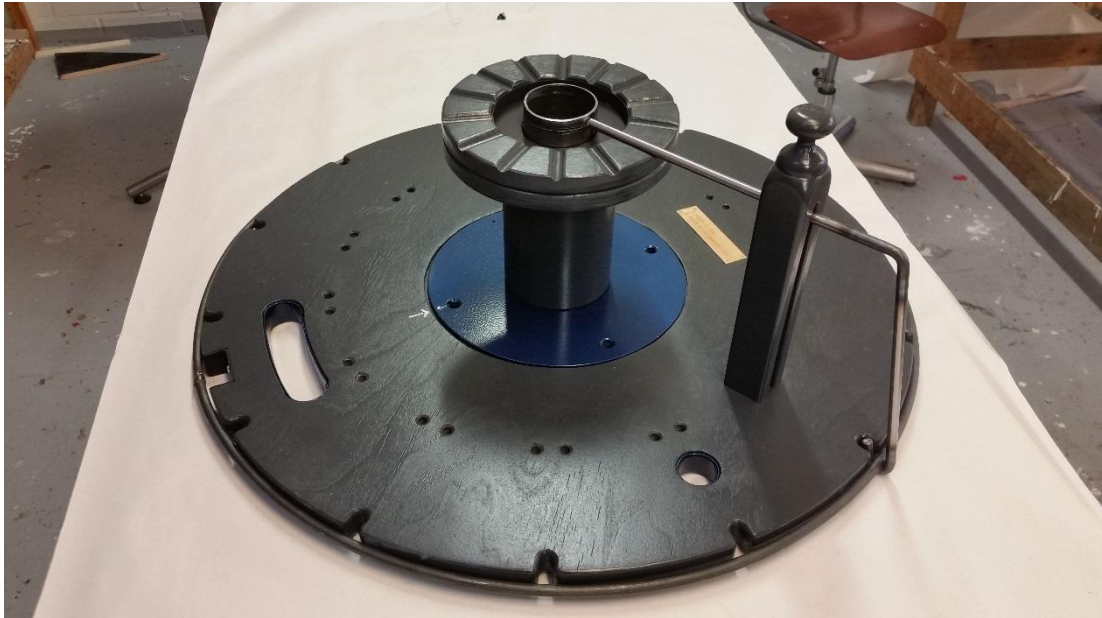
**Taivutusluisti**

## Liite 7 (2)

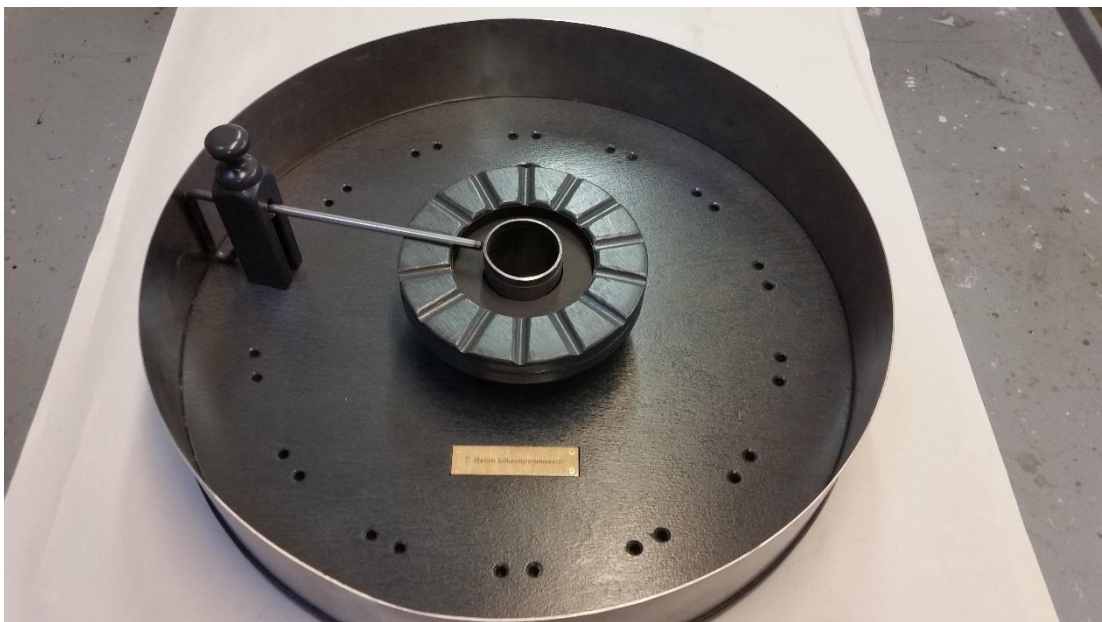


**Kehämäisten rakenteiden taivutus taivutusvarren avulla**

### Kokoonpanomuotit



### Kori-osan kokoonpanomuotti



### Kiekon ohjausmekanismeja kannattelevien rakenteiden kokoonpanomuotti

**Kokoonpanotuet ja kokoonpanokeskiöt**



**Kokoonpanotuet**



**Kori-osan puukeskiö**

**Liite 9 (2)**



**Säteittäisten rakenteiden kohdistuslevy**



**Maalikorin yläosan puukeskiö**



## Tekninen piirustus – 1.) Taivutusmuotti 1

Technical drawing of a rectangular metal plate with dimensions and mounting details. The drawing includes three views: a top view, a front view, and a side view.

**Top View:** Shows a rectangular plate with overall dimensions of 400 mm (width) by 300 mm (height). The plate has rounded corners. A central rectangular cutout is shown with a width of 170 mm. The distance from the left edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the right edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the bottom edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the top edge to the center of the cutout is 115 mm.

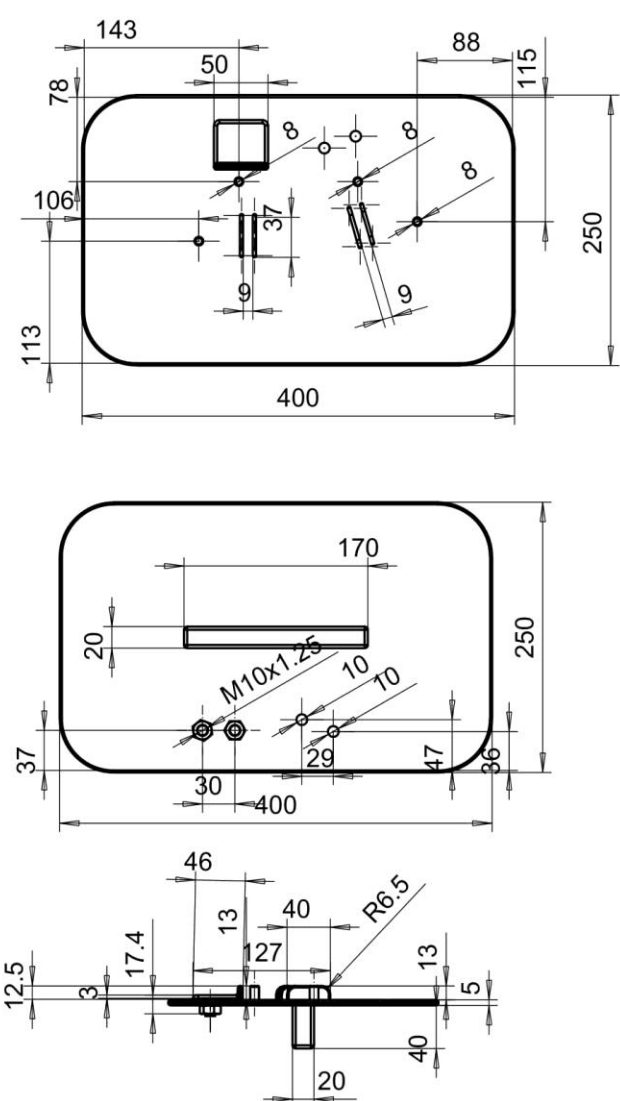
**Front View:** Shows the plate with a width of 400 mm and a height of 300 mm. The plate has rounded corners. The distance from the left edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the right edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the bottom edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the top edge to the center of the cutout is 115 mm.



**Side View:** Shows the plate with a width of 400 mm and a height of 300 mm. The plate has rounded corners. The distance from the left edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the right edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the bottom edge to the center of the cutout is 115 mm. The distance from the top edge to the center of the cutout is 115 mm.

**Mounting Details:** The drawing shows four mounting points, each with a hole. The distance between the holes is 115 mm. The distance from the left edge to the center of the hole is 115 mm. The distance from the right edge to the center of the hole is 115 mm. The distance from the bottom edge to the center of the hole is 115 mm. The distance from the top edge to the center of the hole is 115 mm.

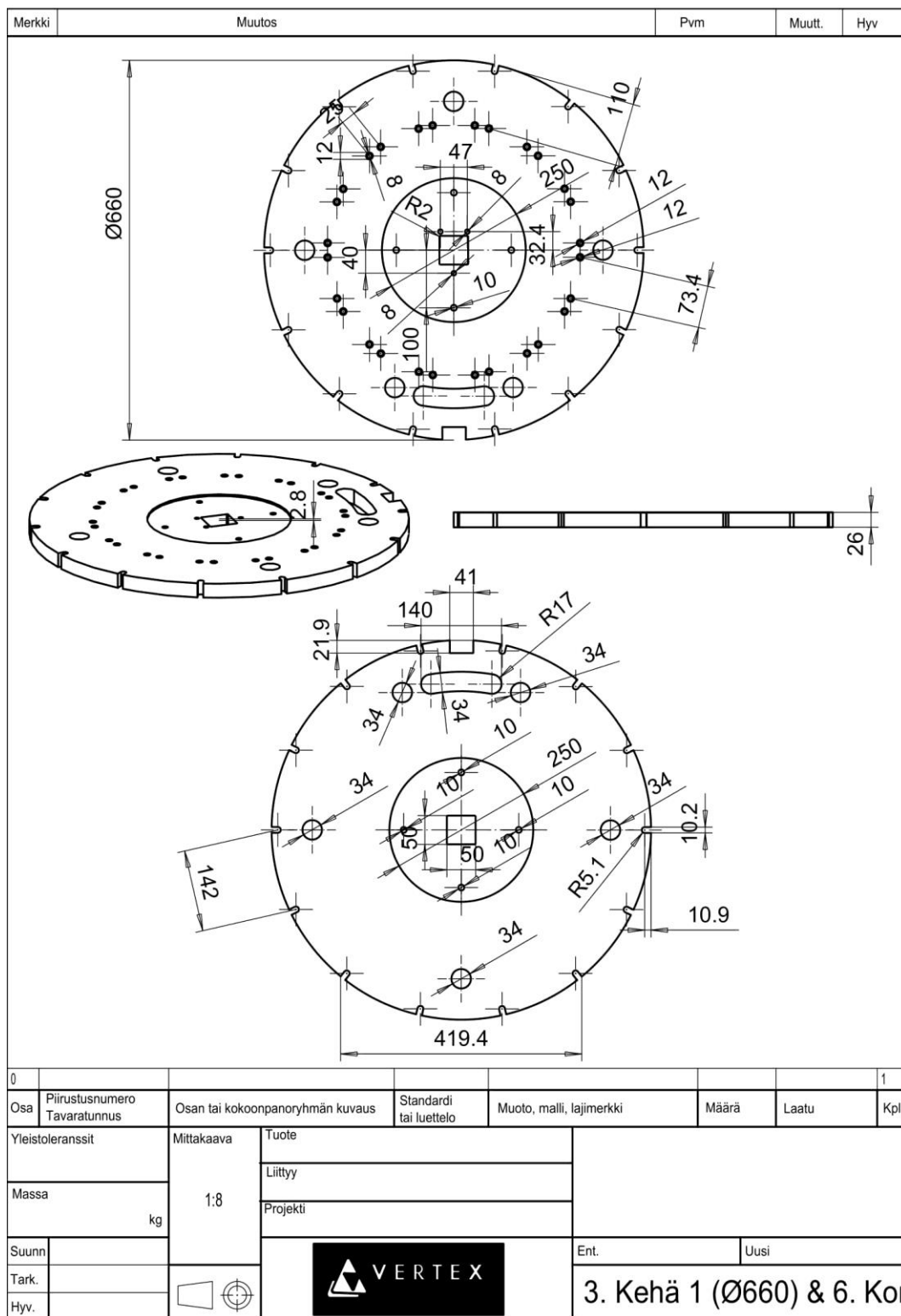
## Tekninen piirustus – 2.) Taivutusmuotti 2

|        |        |     |        |     |
|--------|--------|-----|--------|-----|
| Merkki | Muutos | Pvm | Muutt. | Hyv |
|--------|--------|-----|--------|-----|



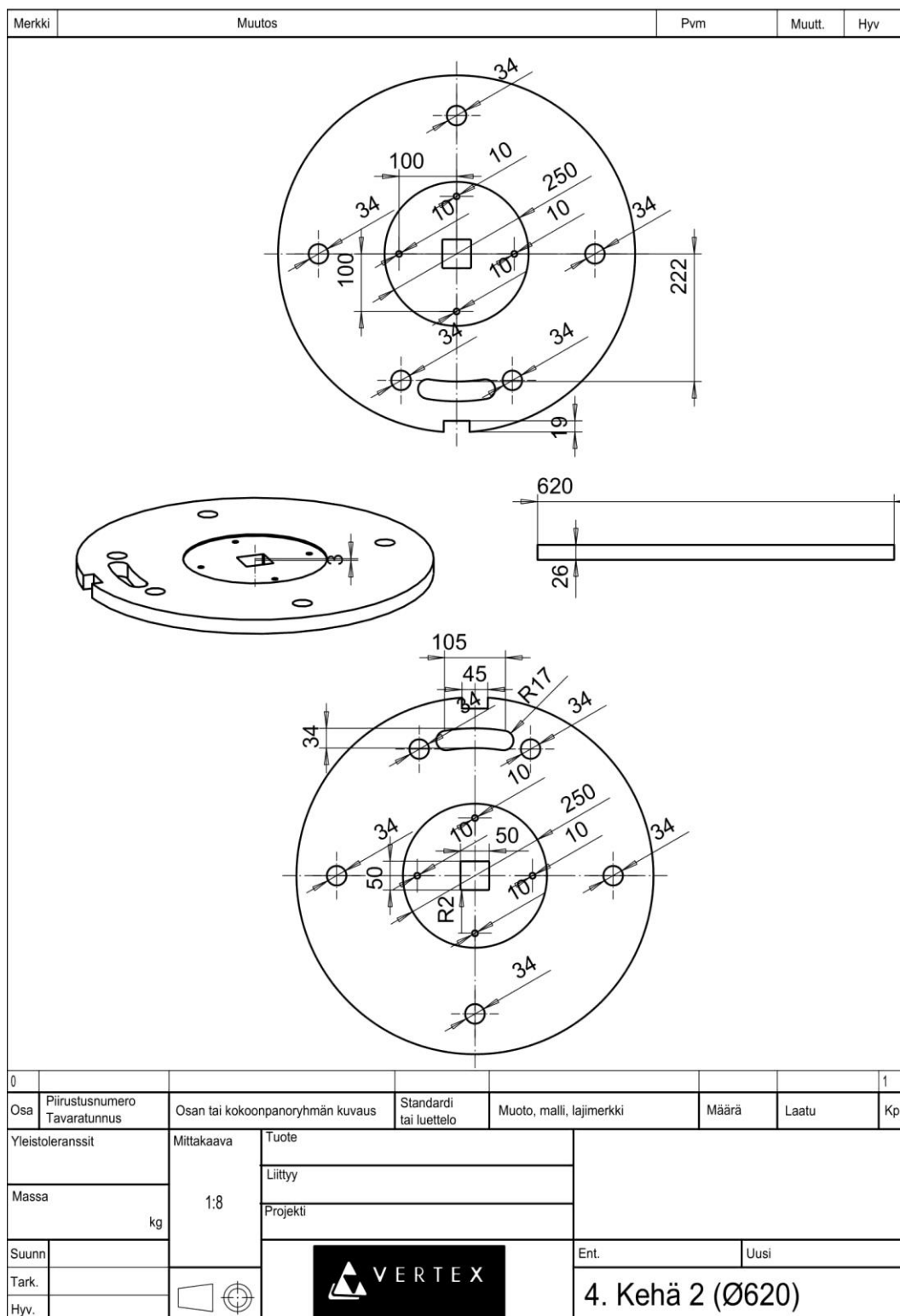
|                  |                                 |   |   |                          |                     |       |      |
|------------------|---------------------------------|---|---|--------------------------|---------------------|-------|------|
| 0                | Hatunkannakemuotti              |   |   |                          |                     |       | 1    |
| 0                | Stoppari                        |   |   |                          |                     |       | 1    |
| 0                | VXEN24032-M10                   | Kuusiomutteri   | EN 24032  | M10                      |                     | 8.8   | 2    |
| Osa              | Piirustusnumero<br>Tavaratunnus | Osan tai kokoonpanoryhmän kuvaus  | Standardi<br>tai luettelo   | Muoto, malli, lajimerkki | Määrä               | Laatu | Kpl  |
| Yleistoleranssit |                                 | Mittakaava  | Tuote   |                          |                     |       |      |
| Massa<br><br>kg  |                                 | 1:5   | Liitty  |                          |                     |       |      |
|                  |                                 |   | Projekti  |                          |                     |       |      |
| Suunn            |                                 |  |  |                          | Ent.                |       | Uusi |
| Tark.            |                                 |   |   |                          | 2. Taivutusmuotti 2 |       |      |
| Hvv.             |                                 |   |   |                          |                     |       |      |

### Tekninen piirustus – 3.) Kehä 1 (Ø660) & 6.) Korin kokoonpanomuotti

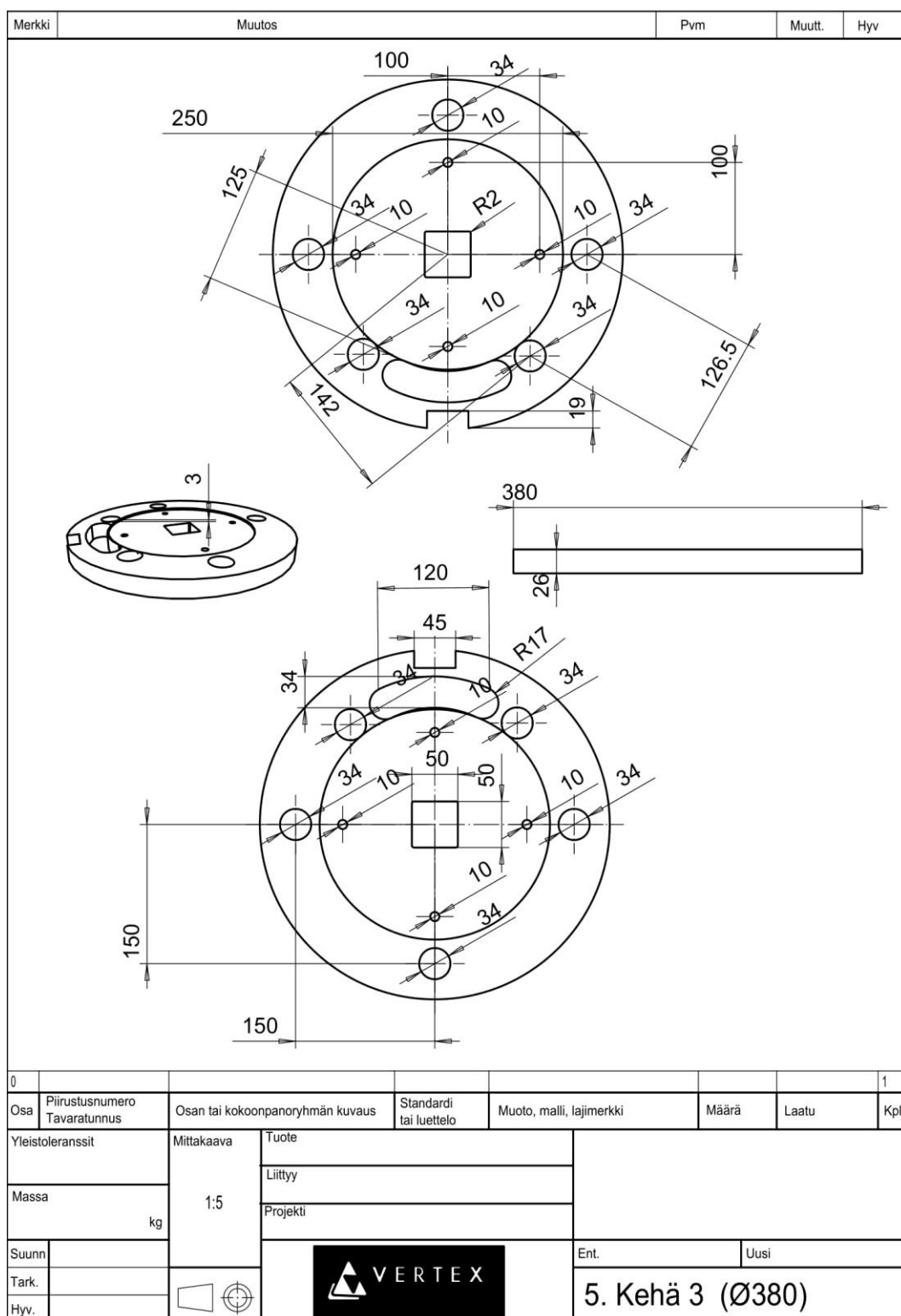




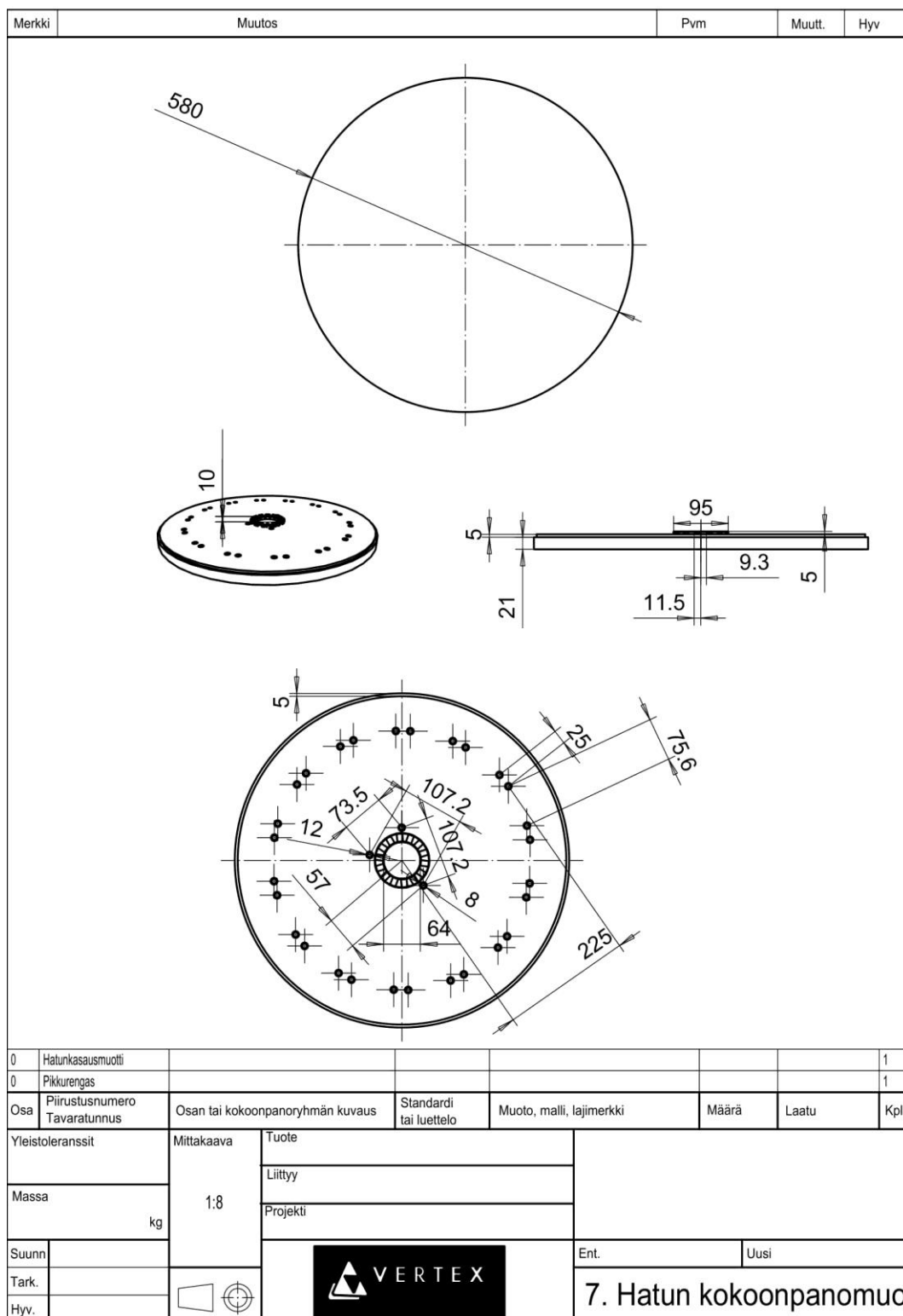
## Tekninen piirustus – 4.) Kehä 2 (Ø620)



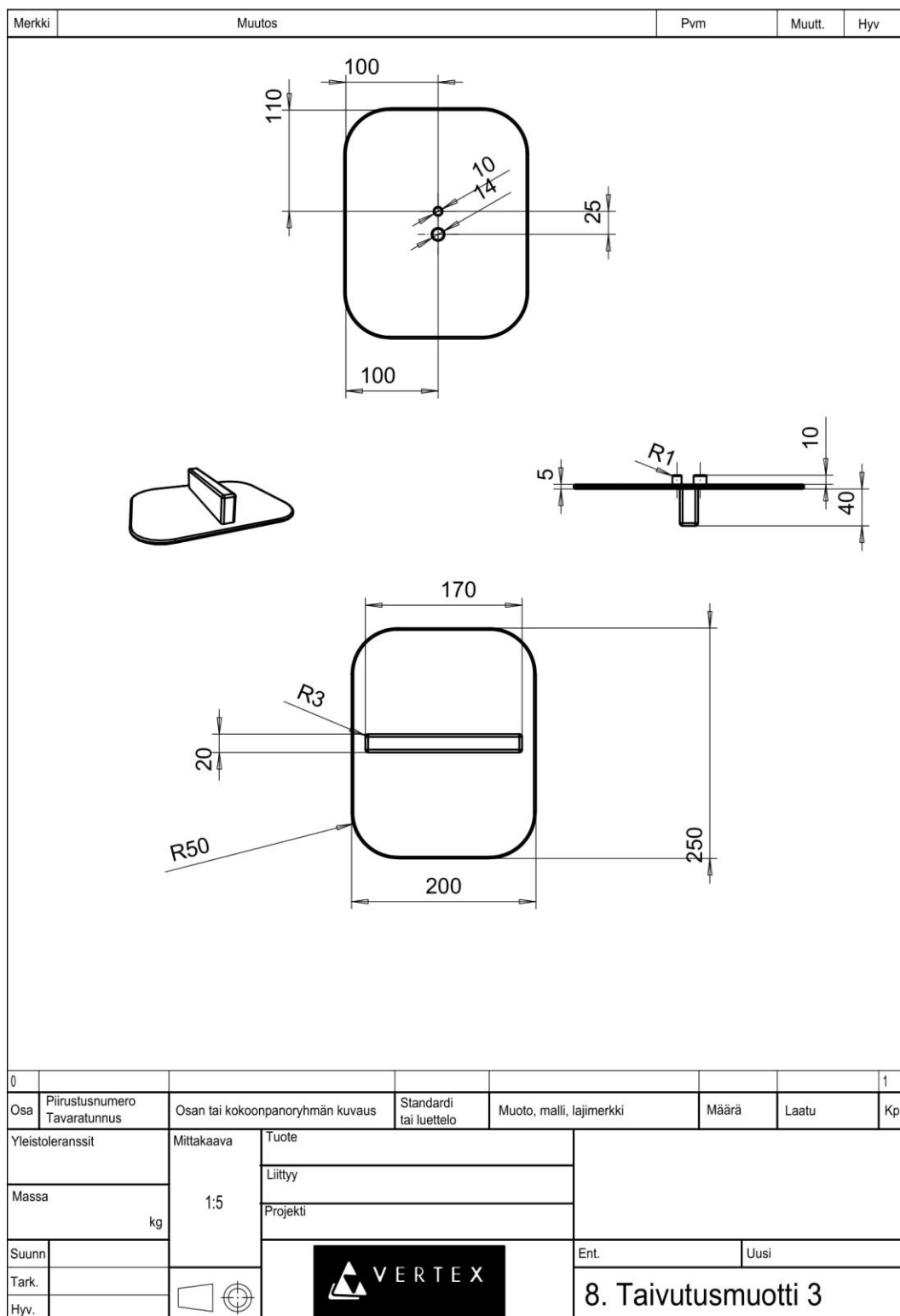
### **Tekninen piirustus – 5.) Kehä 3 (Ø380)**



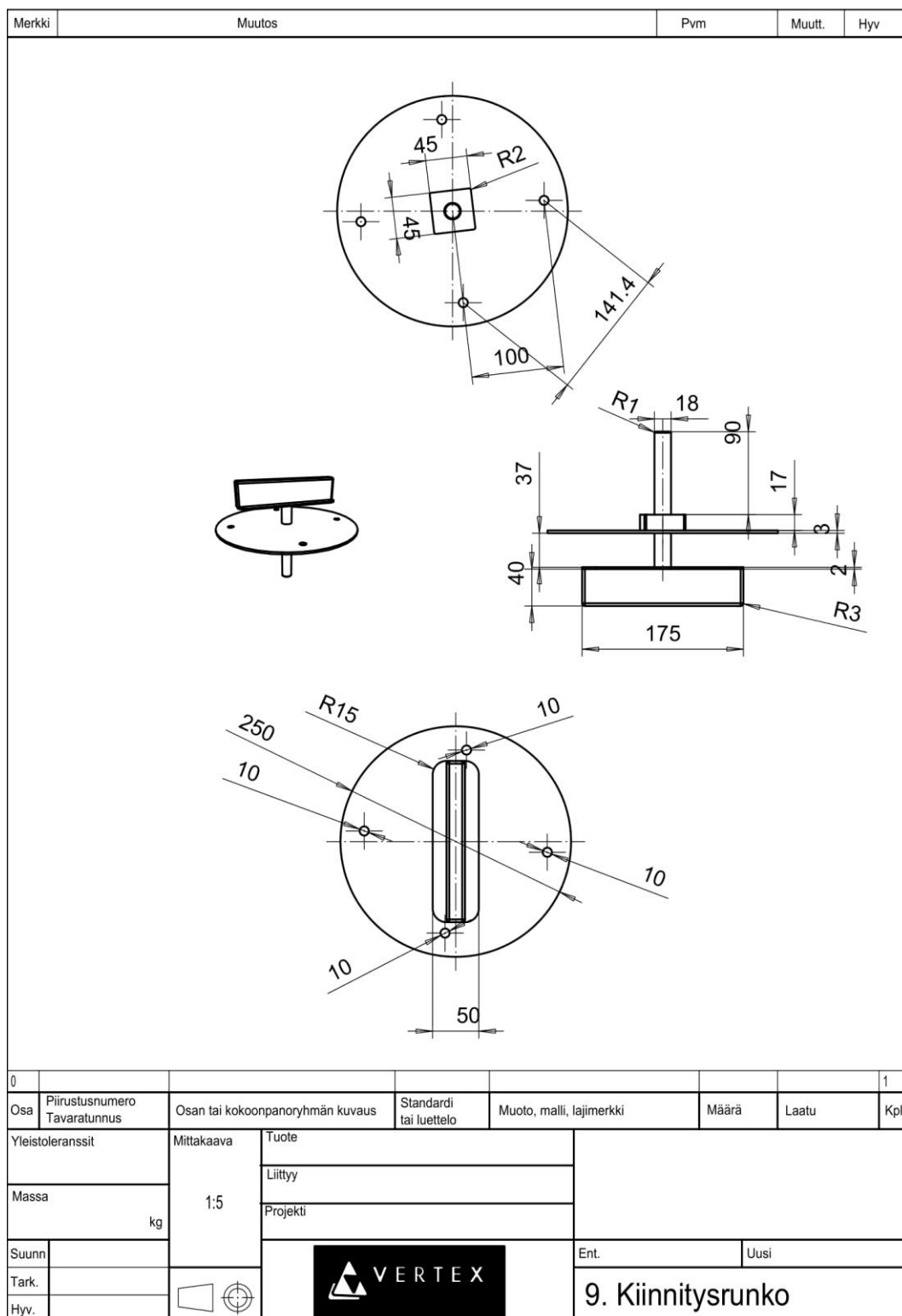
## Tekninen piirustus – 7.) Hatun kokoonpanomuotti



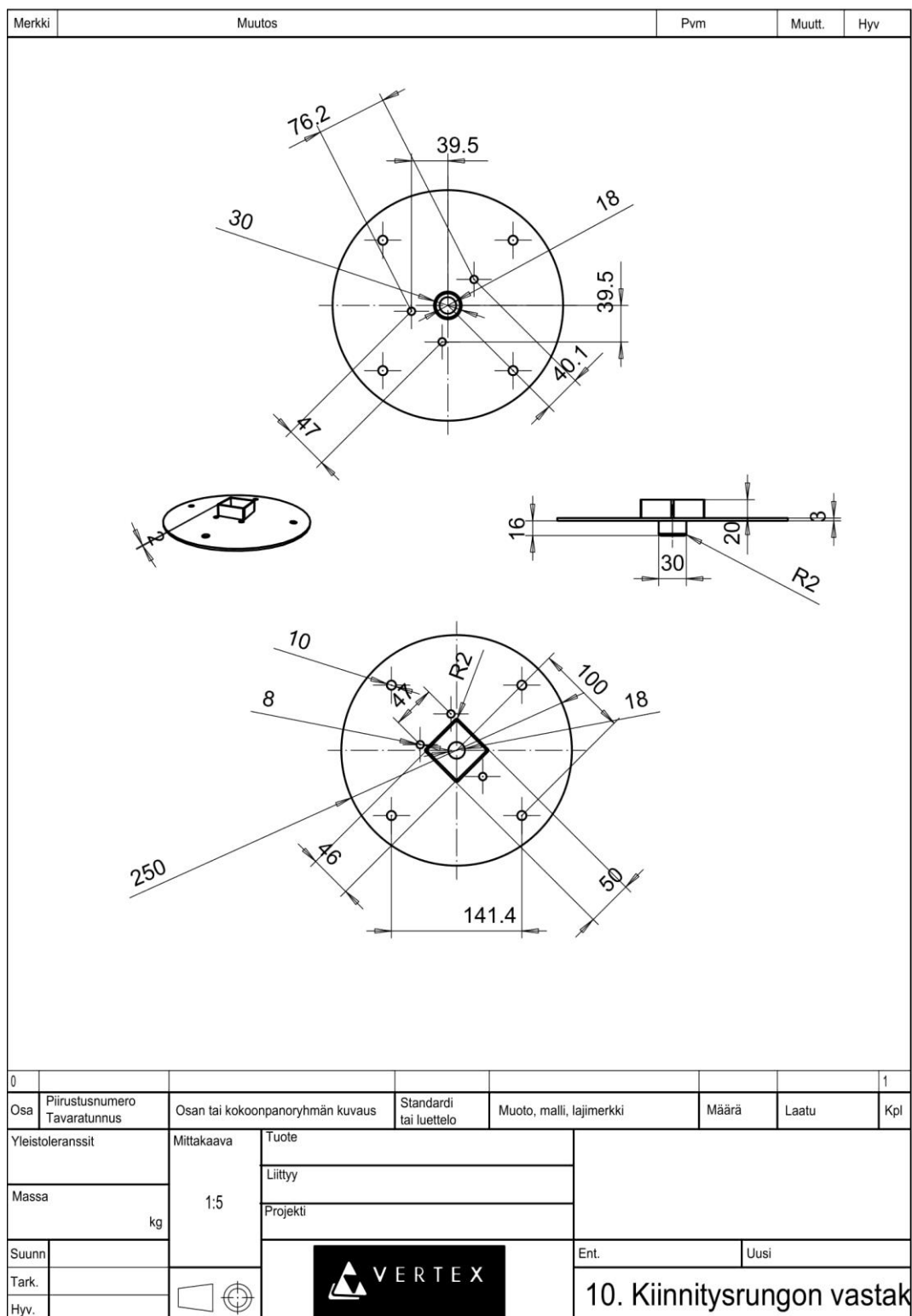
## Tekninen piirustus – 8.) Taivutusmuotti 3



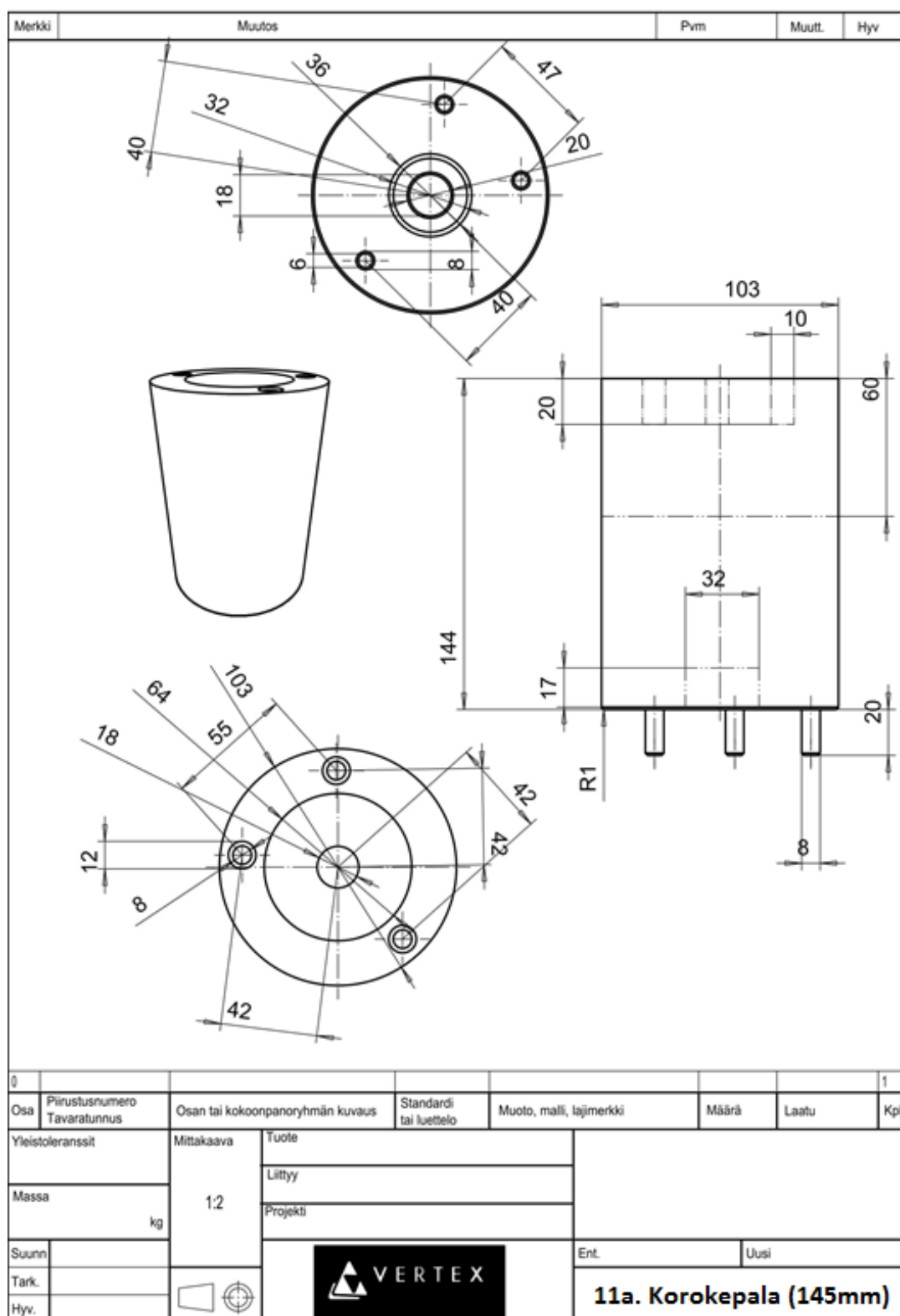
## Tekninen piirustus – 9.) Kiinnitysrunko



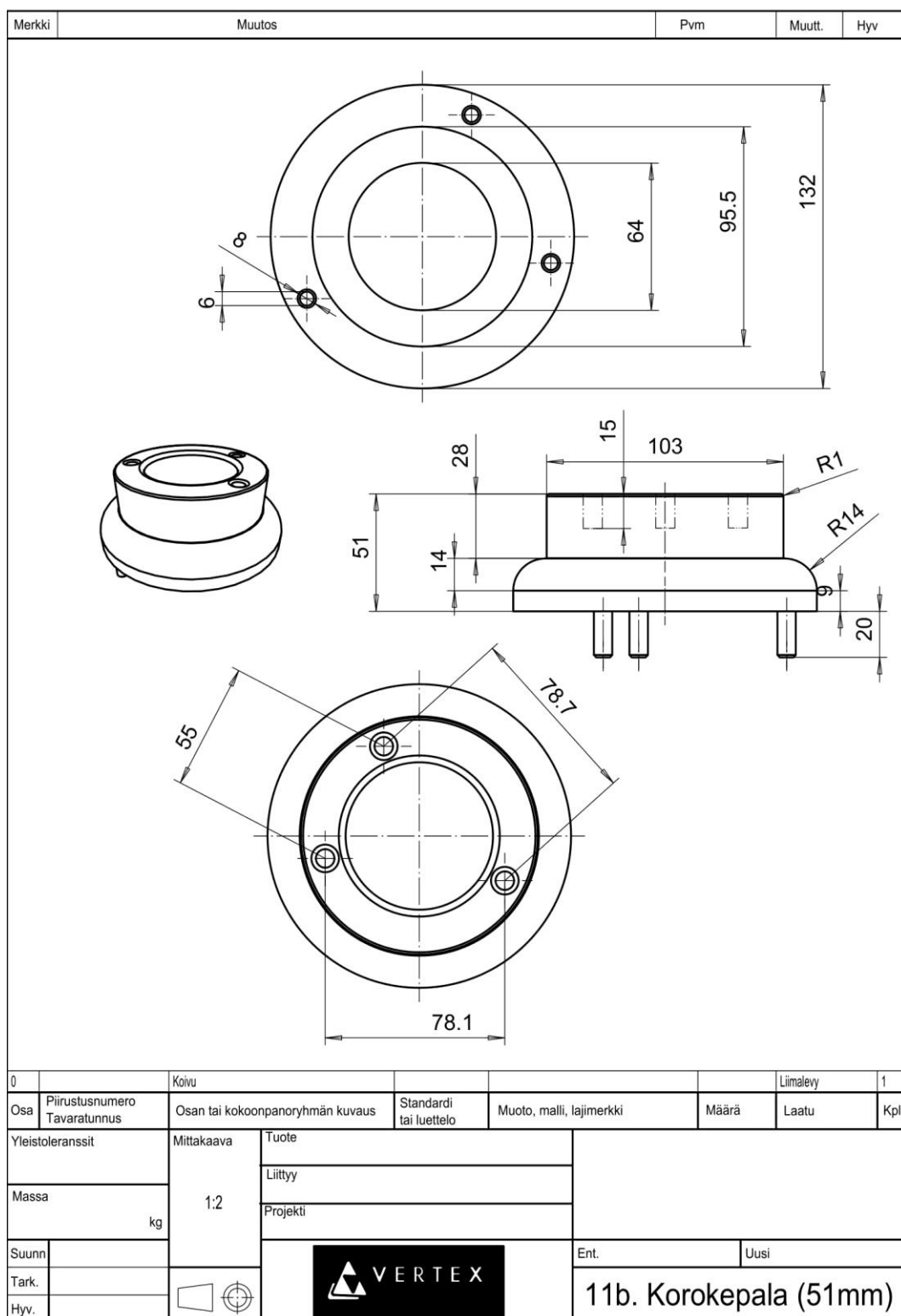
## Tekninen piirustus – 10.) Kiinnitysrungon vastakappale



## Tekninen piirustus – 11a.) Korokepala (145mm)

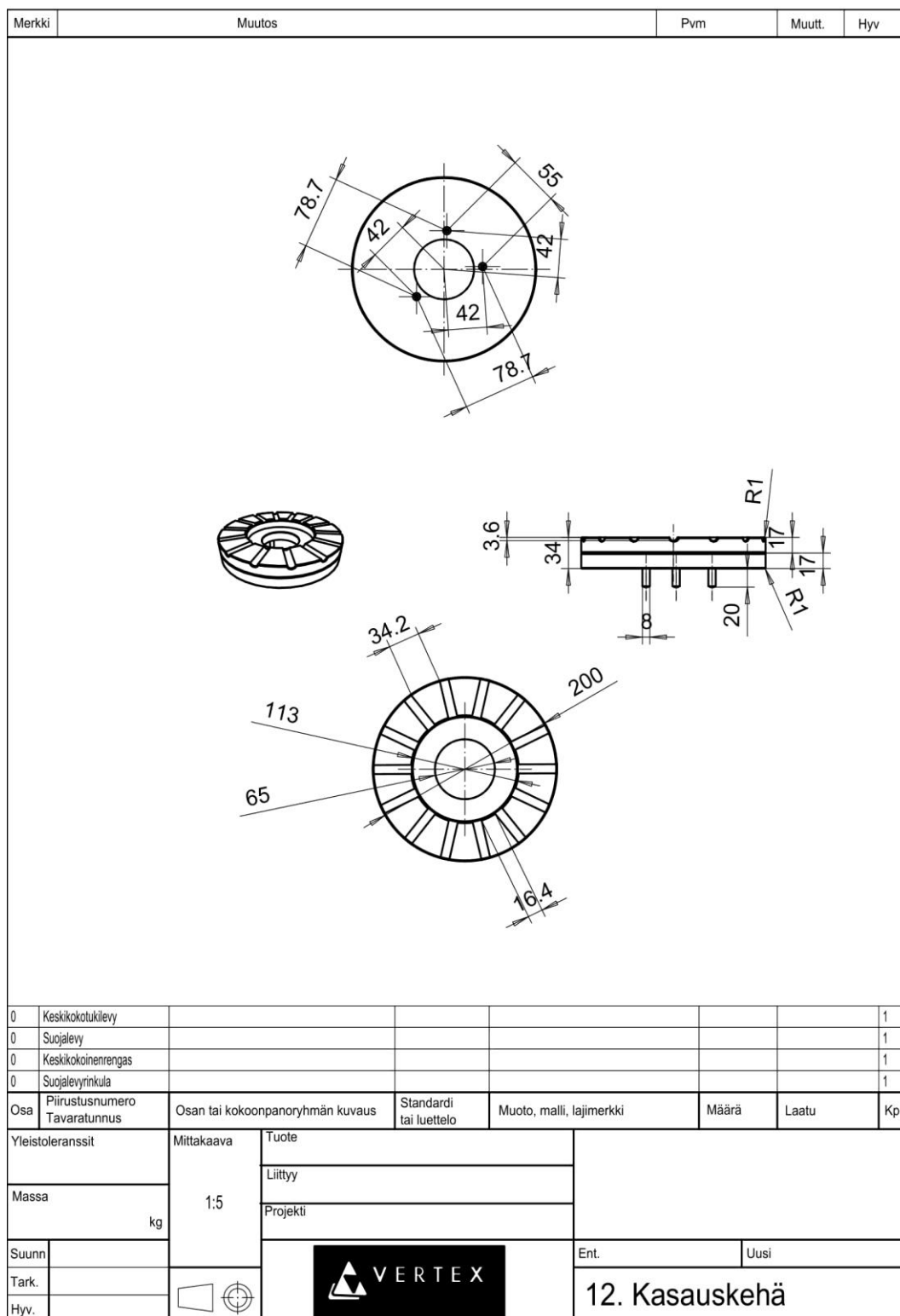


## Tekninen piirustus – 11b.) Korokepala (51mm)

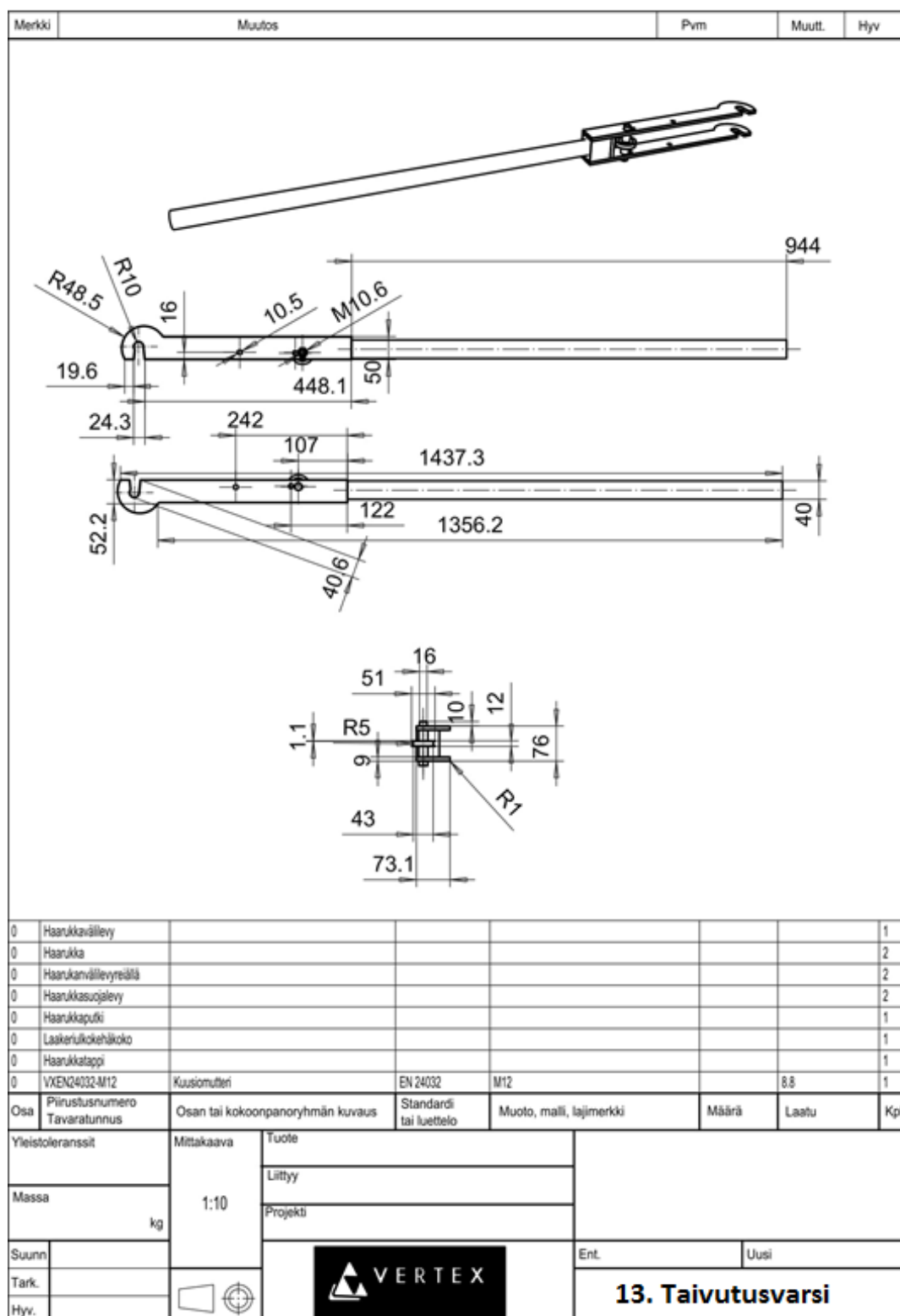




## Tekninen piirustus – 12.) Kasauskehä



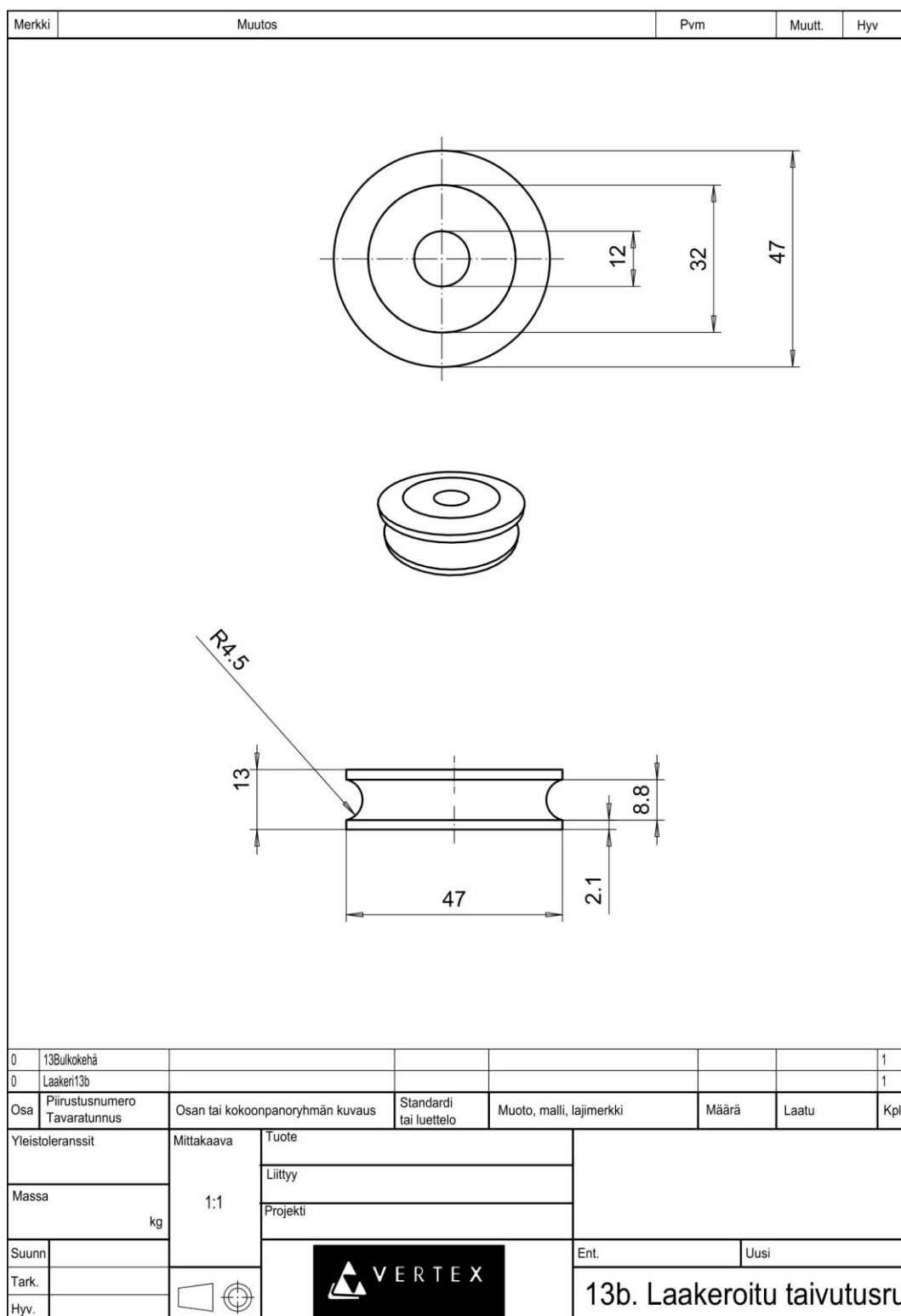
## Tekninen piirustus – 13.) Taivutusvarsi



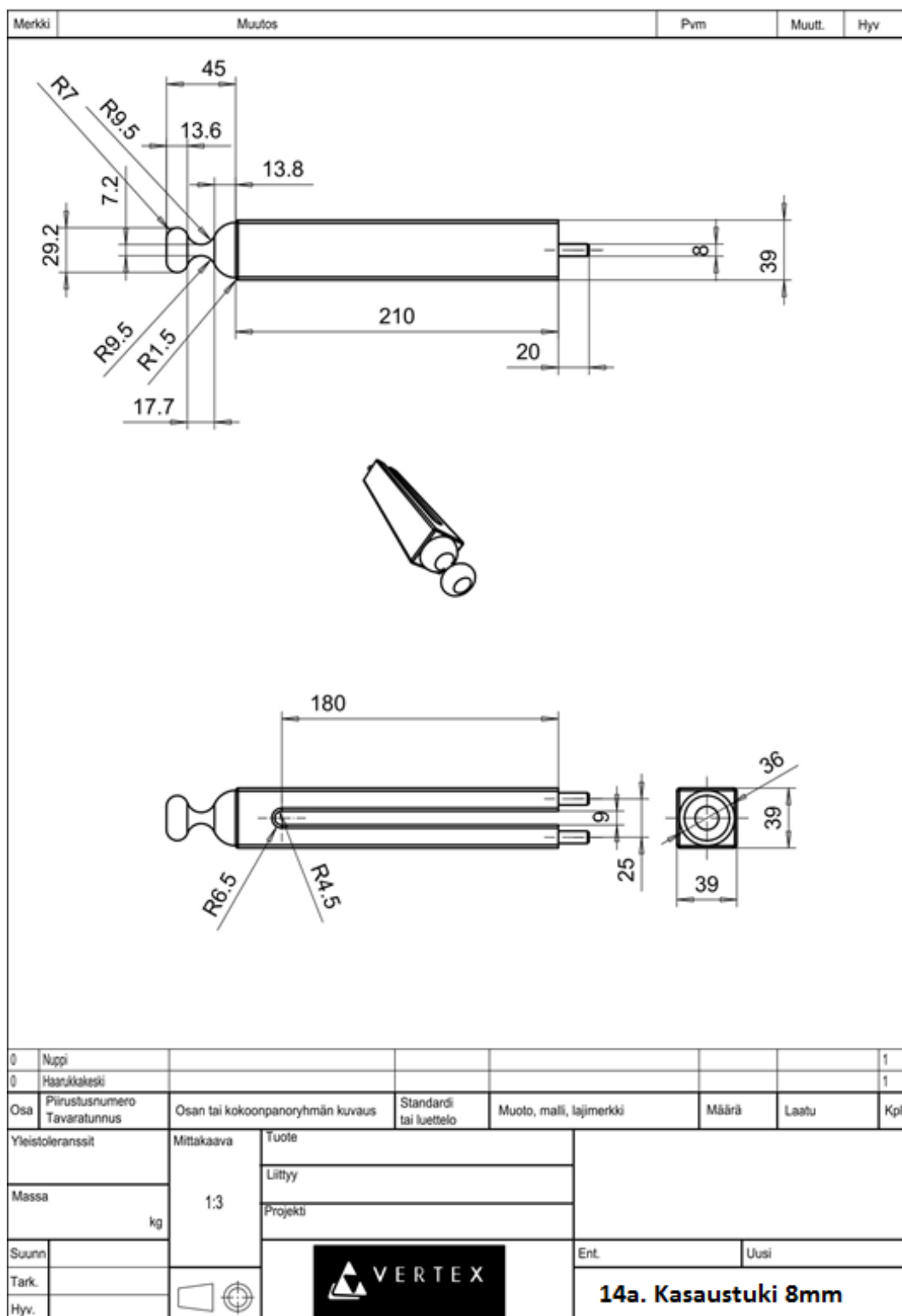
## Tekninen piirustus – 13a.) Laakeroitu taivutusrulla 8mm

| Merkki           | Muutos                          | Pvm                              | Muutt.                    | Hyv                      |                            |       |     |
|------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|-------|-----|
|                  |                                 |                                  |                           |                          |                            |       |     |
| 0                | Laakerinulkokehä                |                                  |                           | 1                        |                            |       |     |
| 0                | Laakeri                         |                                  |                           | 1                        |                            |       |     |
| Osa              | Piirustusnumero<br>Tavaratunnus | Osan tai kokoonpanoryhmän kuvaus | Standardi<br>tai luettelo | Muoto, malli, tājimerkki | Määrä                      | Laatu | Kpl |
| Yleistoleranssit | Mittakaava                      | Tuote                            |                           |                          |                            |       |     |
| Massa            | 1:1                             | Liittyy                          |                           |                          |                            |       |     |
| kg               |                                 | Projekti                         |                           |                          |                            |       |     |
| Suunn            |                                 |                                  |                           |                          | Ent.                       |       |     |
| Tark.            |                                 |                                  |                           |                          | Uusi                       |       |     |
| Hyv.             |                                 |                                  |                           |                          | 13a. Laakereroitu taivutus |       |     |

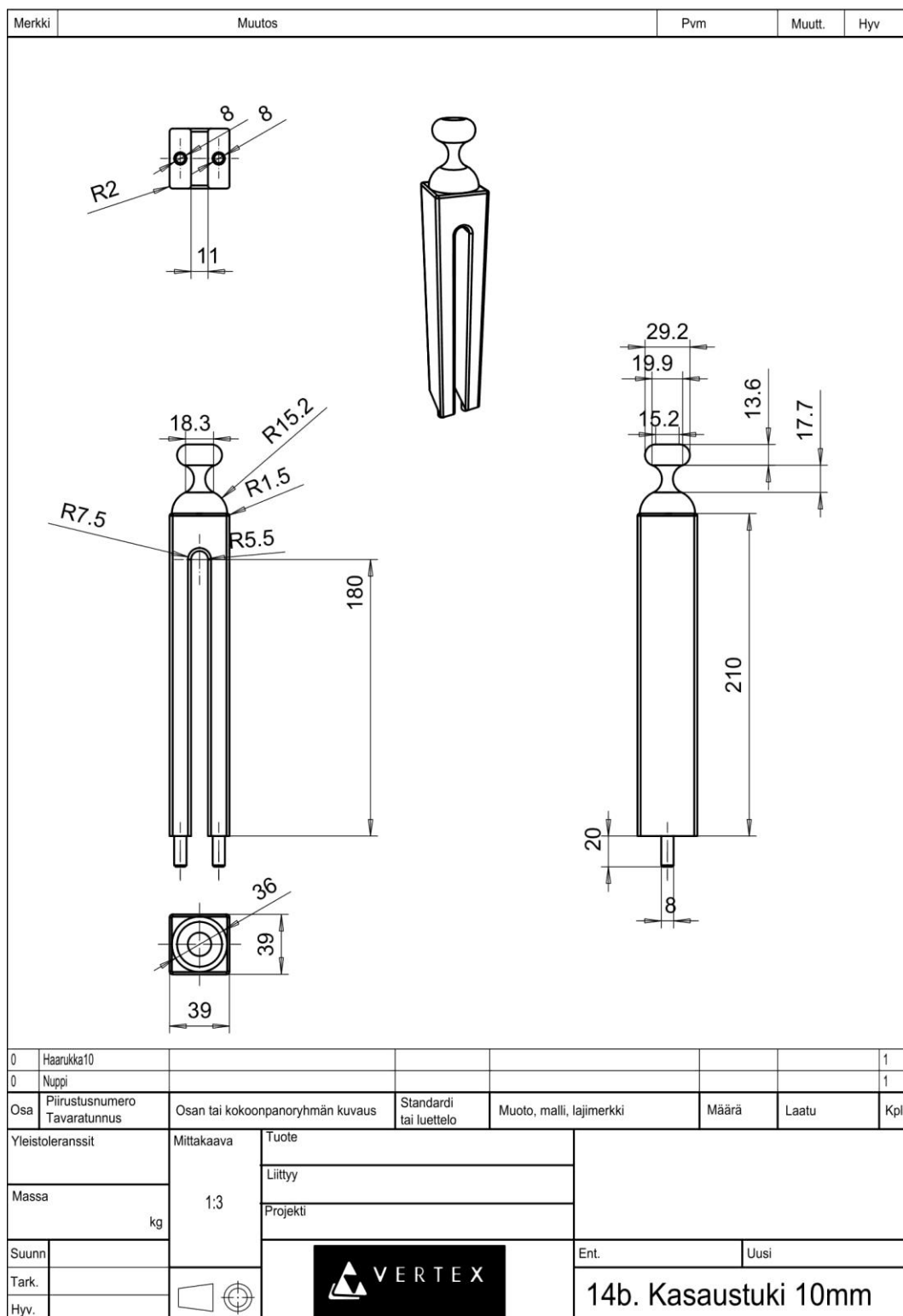
## Tekninen piirustus – 13b.) Laakeroitu taivutusrulla 10mm



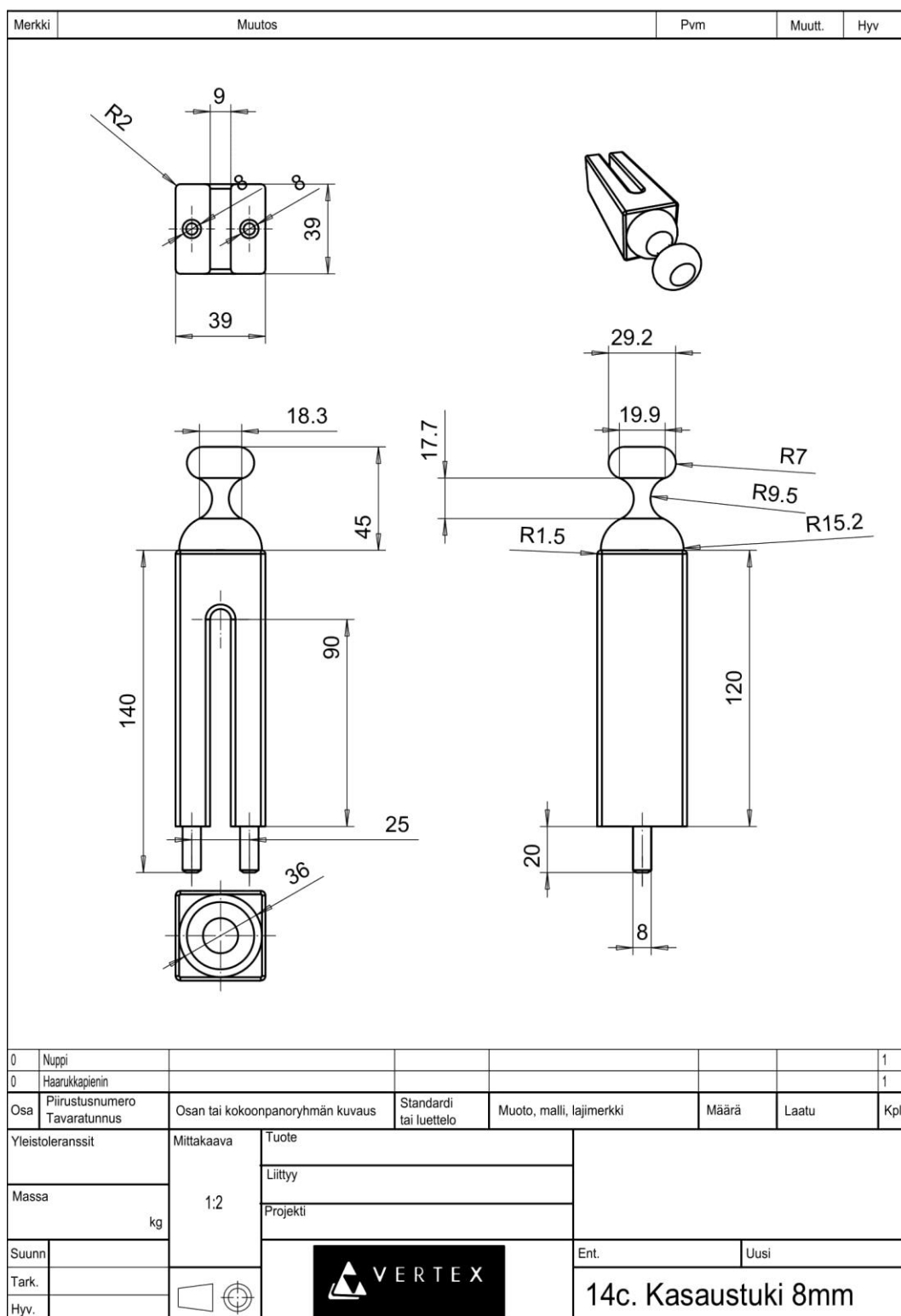
## Tekninen piirustus – 14a.) Kasaustuki 8mm



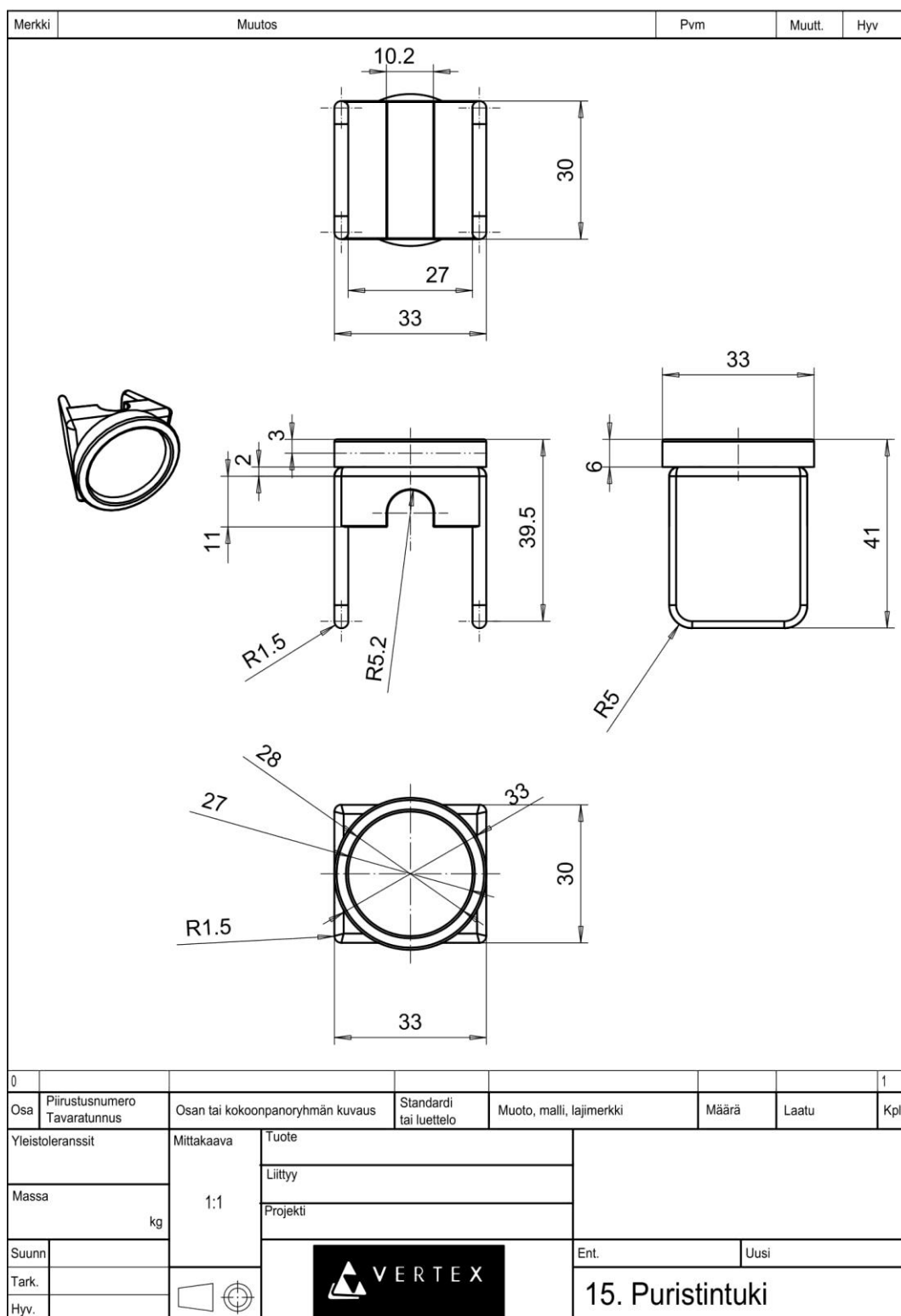
## Tekninen piirustus – 14b.) Kasaustuki 10mm



## Tekninen piirustus – 14c.) Kasaustuki 8mm

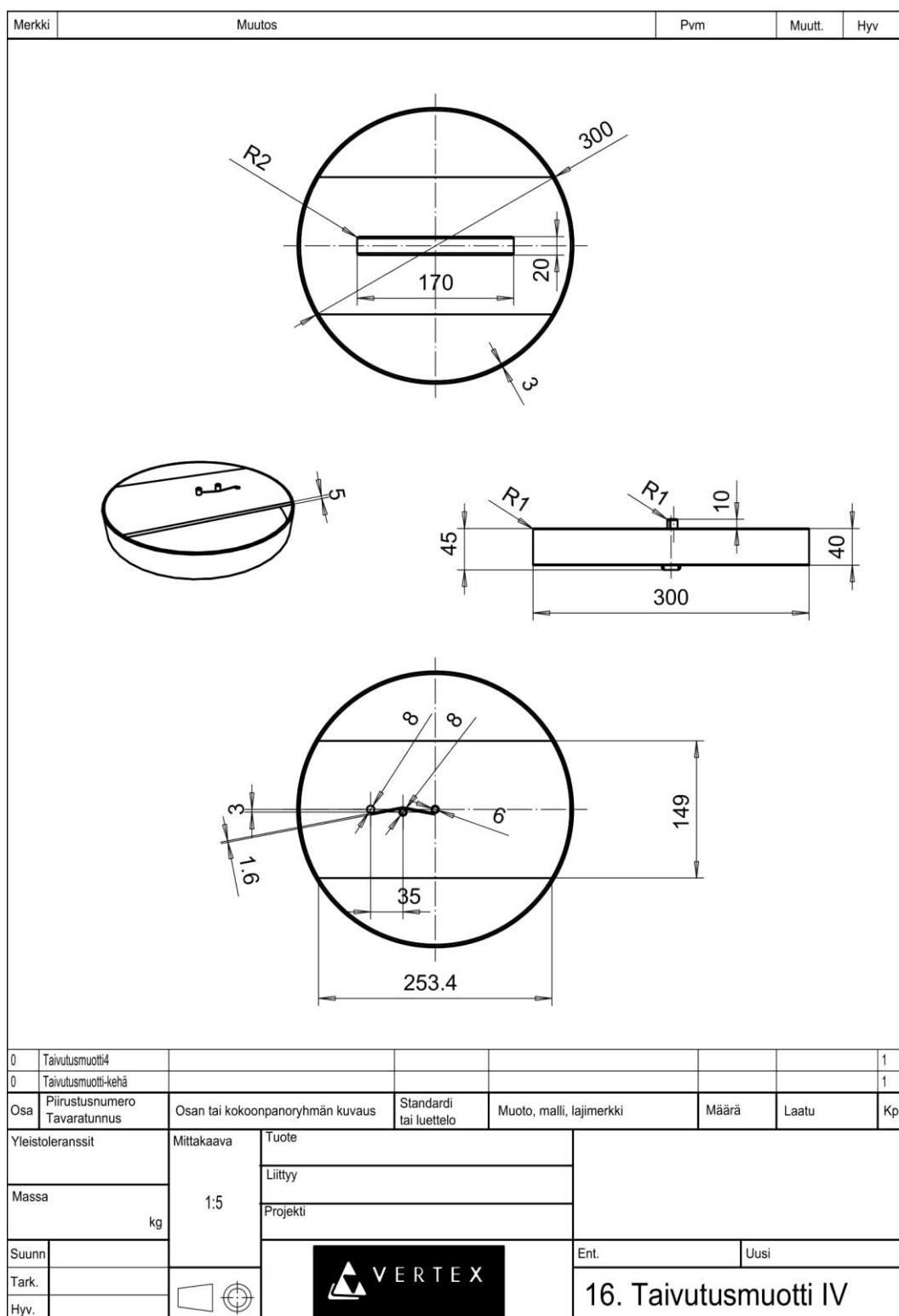


## Tekninen piirustus – 15.) Puristintuki





## Tekninen piirustus – 16.) Taivutusmuotti IV



**Ohjemateriaali**

**Linkki ohjemateriaaliin:**

<https://seafile.utu.fi/f/e51dbf8b5fb2496ea897/?dl=1>

## **Luonnos ohjemateriaalista**

Holkkien sekä runkoputken valmistus

Holkkien ympärille kasataan korin molemmat yksiköt joista koko kori koostuu, korin yläosa eli hattuosa sekä koriosa. Reikiin, jotka porataan 13mm reiät, on tarkoitus hitsata kiristysmutterit. Nämä mutterit hitsataan **vasta kun molemmat yksiköt ovat kokonaan valmiit ja kasassa.**

### **Tarvikkeet:**

**2kpl** holkki (Ø64mm) **100mm**. Runkoputki (Ø57mm) **150cm**.

Metalliporanterät, 11mm sekä 13mm.

### **Työturvallisuus:**

Varmista että kappaleet on hyvin kiinnitetty porattaessa.

### **Työvaiheet:**

1. Leikkaa/sahaa kaikki tarvittavat osat (yhteensä 3kpl) mittaansa.
2. Varmista että holkit mahtuvat runkoputken päälle. Tarvittaessa hio putken sisäpintaa (yleensä vain putkileikkuria käytettäessä). Hio tarvittaessa myös holkkien reunat siistimmäksi.
3. Merkkää holkkeihin porattavien reikien paikat pistepuikolla. Reikien etäisyys reunasta on 3cm. Reikien paikat tulee olla kohtisuorassa toisiinsa ( $\frac{1}{4}$  koko putken kehästä). Toista sama myös toiselle holkille. Kirjoita toiseen holkeista ”Hattu”, toiseen ”Kori”. Näin holkit eivät mene keskenään sekaisin.
4. Aseta ”Hattu” -holkki runkoputkeen. Holkki tulee pujottaa runkoputkeen niin, että holkin ja runkoputken reunat ovat samalla tasolla, sekä porausmerkit ovat kauempana tästä reunasta (eli 7cm päässä).

5. Kiinnitä putket pylväsporakoneeseen. Varmista että ensimmäinen porausmerkki osoittaa suoraan ylöspäin – eli poranterä menee mahdollisimman keskeltä putkia läpi. Varmista myös, että runkoputki on mahdollisimman vaakasuorassa. Pora **11mm terällä** läpi asti holkin sekä runkoputken molemmista reunoista (terä läpäisee kokonaan putken).

**Varmista ettet läpi poratessasi poraa pylväsporakoneen pöytään!**

6. Aseta seuraava holkki ”Kori” runkoputkeen. Holkin tulee olla porausmerkkiensä suhteen samoin päin runkoputkessa kuin edellinen holkki. Holkin reunan tulee olla 71,5cm runkoputken päästä – päästä johon edellinen poraus tehtiin.

7. Kiinnitä putket pylväsporakoneeseen. Varmista että ensimmäinen porausmerkki osoittaa suoraan ylöspäin – eli poranterä menee mahdollisimman keskeltä putkia läpi. Varmista myös, että runkoputki on mahdollisimman vaakasuorassa. Pora **11mm terällä** läpi asti holkin sekä runkoputken molemmista reunoista (terä läpäisee kokonaan putken).

**Varmista ettet läpi poratessasi onnistu poraamaan pylväsporakoneen pöytään!**

8. Kiinnitä toinen holkeista pylväsporakoneeseen. Pora 13mm terällä reikä toiseen merkitsemääsi kohtaan. **Älä poraa putken molempien reunojen läpi – reiän tulee olla vain putken toisessa reunassa!**

9. Toista sama poraus toiseenkin holkkiin.

**Luonnos ohjemateriaalista**

Saatesanat

1. Valmistusmallin osaluettelo
2. Frisbeegolf-maalikorin mitat
3. Frisbeegolf-maalikorin osat ja niiden mitat
4. Ohjeelliset materiaalit ja niiden määrät
5. Valmistuksessa tarvittavat tiedot ja taidot
6. **FRISBEEGOLF-MAALIKORIN VALMISTUS**

**5.1 Frisbeegolf-maalikorin alaosa**

- 5.1.1 Tarvittavat korin komponentit
- 5.1.2 Tarvittavat valmistusmallin osat
- 5.1.3 Komponenttien valmistus
  - 5.1.3.1 Kiinnitysholkki
  - 5.1.3.2 Korin kannakkeet
  - 5.1.3.3 Korin tukirenkaat
- 5.1.4 Komponenttien kokoonpano
  - 5.1.4.1 Valmistusmallin käyttökuntoon laitto
  - 5.1.4.2 Komponenttien asettelu valmistusmalliin
  - 5.1.4.3 Työstö

**5.2 Frisbeegolf-maalikorin yläosa**

- 5.2.1 Tarvittavat korin komponentit
- 5.2.2 Tarvittavat valmistusmallin osat
- 5.2.3 Komponenttien valmistus
  - 5.2.3.1 Kiinnitysholkki
  - 5.2.3.2 Yläosan kannakkeet
  - 5.2.3.3 Yläosan kehälevy
  - 5.2.3.4 Ketjukoukut
- 5.2.4 Komponenttien kokoonpano
  - 5.2.4.1 Valmistusmallin käyttökuntoon laitto
  - 5.2.4.2 Komponenttien asettelu valmistusmalliin
  - 5.2.4.3 Työstö

**Luonnos ohjemateriaalista**

## 5.1 FRISBEEGOLF -MAALIKORIN ALAOSA

### 5.1.1 Komponenttien valmistus



#### 5.1.3.1 Kiinnitysholkki

**MITAT**

**OHJE**

Leikkaa